

Klimatanpassa staden

– Gestaltade dagvattenlösningar i bebyggd miljö

Climate adapt the city

– Designed stormwater solutions in the built environment

Elin Linde



Klimatanpassa staden

– Gestaltade dagvattenlösningar i bebyggd miljö

Climate adapt the city

- Designed stormwater solutions in the built environment

Elin Linde

Handledare:	Carola Wingren, SLU, Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning
Bitr Handledare:	Karin Svensson, SLU, Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning
Examinator:	Helena Mellqvist, SLU, Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning
Bitr Examinator:	Anders Folkesson, SLU, Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning

Omfattning: 30hp

Nivå och fördjupning: A2E

Kurstitel: Master Project in Landscape Architecture

Kurskod: EX0814

Program: Landscape Architecture Programme

Utgivningsort: Alnarp

Utgivningsår: 2019

Omslagsbild: Elin Linde

Elektronisk publicering: <http://stud.epsilon.slu.se>

NYCKELORD: öppen dagvattenhantering, hållbar dagvattenhantering, biofilter, bioretention, regnbäddar, landskapsarkitektur

SLU, Swedish University of Agricultural Sciences

Faculty of Landscape Architecture, Horticulture and Crop Production Science

Department of Landscape Architecture, Planning and Management

TACK!

... Carola Wingren för vägledning, hjälp och råd med handledning under arbetets gång!

... Karin Svensson för goda råd och tips om växter!

... Tengbom för arbetsplats under arbetets gång!

....Hanna och mamma Gunilla för pepp, uppmuntran och korrekturläsning!

....Gustav för ditt eviga stöd och hjälp med extra undervisning i dagvattenhantering och VA-teknik!



Elin Linde
2018-03-12

Sammandrag

Vatten finns överallt omkring oss, och spelar en livsviktig roll för våra samhällen. Men vad händer när vattnet i staden istället blir till ett problem som måste lösas?

I detta examensarbete undersöks hur en medveten design kan förbättra den rubbade vattenbalansen i staden samtidigt som den bidrar till attraktiva och välbehövliga miljöer för människorna som bor där.

Genom litteraturstudier hämtas information och kunskap om dagvattnets plats och funktion i staden, och hur den historiska utvecklingen har lett till dagens problematik. Genom platsstudier tas inspiration på lösningar och åtgärder från den praktiska verkligheten.

För att testa lärdomarna har kvarteret Rönneholm i Malmö fått stå som test för tre ytor som omgestaltas; en bostadsgård, en gata och en park.

Arbetet har visat att det med relativt enkla medel går att förändra en miljö i befintlig bebyggelse så att den blir mer hållbar och motståndskraftig mot framtidens klimatförändringar, samtidigt som den skapar sociala mervärden.

Abstract

Water is everywhere around us, and plays a vital role for our societies. But what happens when the water in the city suddenly becomes a problem that needs to be solved?

This master thesis aims to examine how a conscious design can improve the disturbed water balance in the city while also contributing to an attractive and well-needed environment for the people living there.

Through literature studies, information and knowledge is gathered about the waters place and function in the city, and how the development has transformed in history which has led to the problems we see today. Site studies shows solutions and actions from the practical reality.

To test the lessons learned, the district of Rönneholm in Malmö has been tested through three re-designs; a residential yard, a street and a park.

The result shows that, with relatively simple means, it is possible to change a place in an existing environment to make it more sustainable and resilient to the future climate change, while also adding social value.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1. INLEDNING	9	Konstruktion och uppbyggnad	26	BOSTADSGÅRDEN	48
Bakgrund	10	Växtbädden	27	GATAN	56
Syfte och Mål	10	Topografi & höjdsättning	27	PARKEN	64
Frågeställningar	10	Skötsel & underhåll	27		
Avgränsningar	11	Räkna på regn	28		
Material och metod	12	Sammanfattning litteraturgenomgång	29		
Begreppsförklaring	13	Slutsatser	29		
2. LITTERATURGENOMGÅNG	15	3. REFERENSPROJEKT	31	5. DISKUSSION REFLEKTION	73
VATTNET I STADEN	16	Tåsinge Plads, Østerbro	32	Diskussion	74
Vattnets kretslopp	16	Ekostaden Augustenborg	34	Reflektion kring gestaltungsförslagen	76
Det skapade kretsloppet	16	Regnbäddar Monbijougatan	36	Avslutande reflektioner	77
Dagvattensystemet	17	Jämförelse av referensprojekten	38		
Det förändrade klimatet	18	Slutsatser	38		
Ökad nederbörd	18	4. GESTALTNINGSFÖRSLAG	41		
Urbanisering & förtätning	18	BAKGRUND MALMÖ	42	Källförteckning	78
Värdera det gröna	18	Malmös dagvattensystem	42	Muntliga källor	79
Ekosystemtjänster	19	Malmös recipienter	42	Figurförteckning	80
HÅLLBAR DAGVATTENHANTERING	20	Skyfallsplan för Malmö	43		
Dagvattenkedjan	20	Dagvattensituationen i Rönneholm	44		
Med naturen som förebild	21	Rönneholm	45		
BIOFILTER	22	Gestaltungsnycklar	46		
Biofilters utformning	23				
Växtlighet i biofilter	25				

1



Inledning

Det inledande kapitlet beskriver bakgrunden till arbetet samt mål och syfte. Frågeställningarna som arbetet syftar att svara på presenteras följt av en genomgång av de avgränsningar som har gjorts.

Kapitlet avslutas med en genomgång av material och metod. Återkommande begrepp som används återkommande i uppsatsen presenteras i en begreppsförklaring.

Bakgrund

För 200 år sedan bodde 90 procent av Sveriges befolkning på landet. Idag är det nästan tvärt om, då 85 procent av oss bor i tätorter (SCB, 2015). Trenden ser likadan ut för resten av världen. År 2050 beräknas 64 – 69% av världens population bo i urbana miljöer (IPCC, 2014). Staden är alltså det främsta livsrummet för oss människor, och det är här det blir viktigt att utveckla lösningar till några av de största frågorna som mänskligheten har framför sig - fattigdom, sjukvård, utbildning och klimatförändringar (globalgoals.org.).

Vatten har alltid varit en livsviktig faktor för mänskligt liv. Mänskliga samhällen har ofta byggts upp kring någon form av vattenkälla, om inte så har man sett till att vattnet leds till staden. För att undvika översvämningar grävde man först diken för vattnet. Men allt eftersom andelen hårdgjorda ytor ökade i staden och på så sätt även ytavrinningen, så började man anlägga nedgrävda ledningar i mark och dagvattnet leddes ut till närmaste vattendrag (Lindström, V., 2013).

De ökade klimatförändringarna innebär att kraftiga regn och skyfall drabbar våra städer allt oftare och hårdare. Urbaniseringen, som leder till en allt tätare och mer hårdgjord stad, i kombination med klimatförändringarna, gör staden till en problematisk plats. Dagvattenssystemet är inte gjort för att klara av de stora mängder vatten som kommer vid dessa skyfall, och följdeffekterna riskerar få negativ påverkan på människors hälsa men även på viktiga samhällsfunktioner såsom el-distribution, vatten och avlopp och kommunikationer (Boverket, 2010).

Extrem nederbörd kommer inte bara leda till kvantitativa problem, utan också problem med

vattenkvalité när dagvatten måste släppas ut orenat i recipienten (Barbosa et al., 2012).

Med anledning av det förändrade klimatet kommer våra samhällen få ökade krav på att bli mer översvämningståliga (Svenskt Vatten, 2016a). Det konventionella sättet att bygga städer och ta hand om dagvatten fungerar inte längre. Våra städer står nu inför en utmaning att anpassa sig till framtidens förändrade klimat. Studier och beräkningar från Köpenhamn och Göteborg visar tydligt att prislappen för att klimatanpassa och jobba med förebyggande åtgärder är betydligt mindre än kostnaderna för att reparera och återställa efter att olyckorna hänt (Malmö Stad, 2016).

Våra städer måste nu ställa om för att klara framtidens utmaningar. Få majoriteten av populationen bor i städer måste alla ytor användas på ett smart och effektivt sätt. Vi har inte råd att bara lösa vattenproblematiken med tekniskt fungerande system, utan vi måste se vattnet som en resurs som också kan bidra med både ekologiska och estetiska värden.

Hur det ska gå till är frågor som kommer vara viktiga för alla planerare och arkitekter att jobba med framöver. Detta är aktuellt för alla svenska städer, både stora som små. Jag ser detta examensarbete som en chans att fördjupa mig i denna aktuella fråga och öka mina kunskaper inför mitt framtida yrkesliv.

Syfte och mål

Syftet med arbetet är att undersöka hur man kan jobba med att förbättra dagvattenhanteringen i en redan befintlig bebyggelse i relation till nya klimatutmaningar, och samtidigt gestalta sådana ytor för en ökad användbarhet och estetik i utemiljön.

Målet är att, i ett befintligt kvarter i Malmö, ta fram förslag på olika lösningar och anpassningsåtgärder som förbättrar dagvattenhanteringen, och som samtidigt skapar mervärde för de boende (rekreation, funktion, estetik). På så sätt tydliggörs hur befintlig bebyggelse kan göras mer motståndskraftig och utvecklas i relation till framtidens klimatförändringar och dess effekter på stadsmiljön.

Frågeställningar

De frågeställningar som ska besvaras i detta arbete är:

- Vilka typer av åtgärder kan genomföras i befintlig bebyggelse för att förbättra dagvattenhanteringen?
- Hur kan dessa dagvattenlösningar gestaltas för att samtidigt bidra till en attraktiv utemiljö?
- Vilka mervärden kan det bidra till, till exempel biologiska och ekologiska värden?

Avgränsningar

Då dagvattenhantering är ett brett ämnesområde som berör flera discipliner och yrken är det många delar som traditionellt sett varit kopplade till VA-ingenjörer. Men det finns många delar som även vi landskapsarkitekter kan göra; såsom uppbyggnader, flödesberäkningar och dimensionering. Tillsammans med vår kompetens kring växter, miljö- och hållbarhetsfrågor och människans användning av platser ser vi helheten och vi kan därmed ta ett helhetsgrepp om vattenfrågan. Jag har i detta arbete fokuserat de blå-gröna lösningarna av dagvattenhantering, alltså lösningar som innebär att jobba med vatten och vegetation, istället för att titta på grå-lösningar, såsom underjordiska magasin. Men för att i detta examensarbete ändå ta ett helhetsgrepp kring vattenfrågan och förstå problematiken i flera led, så har jag valt att även redogöra för konstruktion och uppbyggnad, och även gjort en enkel dimensioneringsberäkning. Dessa delar är dock mer principiellt redovisade. Jag har inte gått på djupet med växtvalen utan ser de mer som inspirationsbilder för att bättre förklara och visualisera den slutliga utformningen.

I arbetet har jag valt att titta på lösningar och åtgärder som kan göras i befintlig bebyggelse, till skillnad från lösningar som kan göras vid nyexploatering. Arbetet fokuserar på åtgärder som kan förhindra eller minska negativa effekter av ökad nederbörd, såsom översvämningar, och hanterar inte andra effekter av klimatförändringarna som till exempel temperaturökning, även om synergieffekter finns och tas upp.

Jag har valt att förankra mitt arbete genom att göra tre gestaltungsförslag i stadsdelen Rönneholm i Malmö.

Detta på grund av att Rönneholm vid tidigare skyfall har haft problem med översvämningar. Platserna ligger i nordvästra Rönneholm och avgränsas geografiskt sett av Erikslustgatan, Regementsgatan, Beridaregatan och Ingelstadsgatan. Gestaltungsförslagen presenterar förslag på principlösningar och hur de kan appliceras i en befintlig kontext. Gestaltungsförslagen ska ses som ett möjligt förslag på hur platserna kan utvecklas och förändras, men det är inga färdiga bygghandlingar. Med det sagt skulle de lösningarna som presenteras även kunna appliceras på andra platser.

Referenssprojekten har valts utifrån deras relevans i förhållande till arbetets frågeställningar. Av praktiska skäl har jag valt projekt på platser som jag lätt har kunnat ta mig till. Jag har valt tre referensprojekt i olika kontext. Detta för att få en större bredd av projekt att titta på och få inspiration av, och på det viset liknar de även platserna jag valt i Rönneholm.

Material och metod

Mitt arbete har inledningsvis inneburit en litteratursökning för att skapa mig en kunskapsbas och få en grundförståelse för ämnet dagvattenhantering, samt för att se hur problematiken har växt fram i historien. Öppen dagvattenhantering som ämnesområde har kommit allt mer i fokus i Sverige under senare år. Forskning pågår och ämnet utvecklas ständigt, och jag har därför försökt hålla mig till källor som ligger relativt nära i tiden. Litteraturen har omfattat både vetenskapliga artiklar och rapporter samt böcker och artiklar av mer populärvetenskaplig karaktär. Då den nationella litteraturen är relativt begränsad inom ämnet har jag tagit del av både nationell och internationell litteratur.

Som inspiration har jag gjort litteratur- och platsstudier av tre projekt som berör dagvattenhantering, ett i Köpenhamn och två i Malmö. För att få en bredd i översynen har jag valt tre projekt i olika kontext; ett torg, en gata och en bostadsgård men med likheten att de alla handlar om anpassning och förbättring av dagvattenhantering i en befintlig bebyggelse. Studien av referensprojekt har haft som syfte att ge mig inspiration till mina egna gestaltningsförslag, och har studerats genom text och fotografering. Jag har även haft intervjuer med folk som medverkat i referensprojekten för att få del av deras lärdomar och erfarenheter. Intervjuerna redovisas som källor i texten. Jag har inte gått på djupet med detaljlösningar i projekten.

Litteraturundersökningen tillsammans med platsstudierna av referensprojekten hjälpte mig att få svar på mina frågeställningar. Ur detta kunde jag även plocka fram "gestaltningsnycklar", som är en slags

sammanfattning av enligt mig viktiga aspekter som jag tagit med mig från litteraturgenomgången och referensstudierna. Dessa låg sedan till grund för mina gestaltningsförslag.

Skyfallsplan för Malmö (Malmö Stad, 2016) har legat som grund för mitt arbete och det var där igenom som jag kom fram till Rönneholm som arbetsområde för mina gestaltningsförslag. Stadsdelen har under tidigare år haft stora problem med marköversvämningar och kändes därför relevant att arbeta med.

Från Malmö Stad har jag fått digitalt kartmaterial över gestaltningsområdet; en primärkarta och en dwg med höjddata. Jag har haft viss dialog med VA-nätsägarna VASYD i Malmö, för att höra om alternativa lösningar och ta del av deras erfarenheter och synpunkter om dagvattenhanteringen i Malmö.

I arbetet med gestaltningsförslagen har jag på ett strukturerat sätt inventerat platserna genom platsbesök och dokumentation i text, bild och skiss. Jag har även gjort analyser av platserna för att undersöka hur den befintliga situationen ser ut och för att få en bild av vad som behöver åtgärdas.

För att få en uppskattning av gestaltningsförslagets faktiska kapacitet gjordes en enklare beräkning enligt beräkningsmallen "Beräkning av regnintensiteter", Dahlström 2010, Svenskt Vatten P110. Med hjälp av en beräkningsmodell från Svenskt Vatten (2016) har jag beräknat varje biofilters fördröjningskapacitet, alltså hur stor volym vatten de kan hålla som mest sett till varje enskilt avrinningsområde, och hur mycket vatten som genereras från angränsande avrinningsområde. I tabellen räknas regnintensiteten fram genom att

ange regnvaraktighet (i minuter) och återkomstid (i månader). Regnintensiteten anger hur mycket vattenvolym som ansamlas per m². Beräkningarna är gjorda utifrån ett dimensionerat 30-årsregn med en varaktighet på 1 h. Till detta har påslag av klimatfaktorn på 1,2 lagts till samt en viktad avrinningskoefficient på ca 0,8.

Till varje gestaltningsförslag presenteras ett antal växter som kan tänkas passa i biofiltret. Växtförslagen är principiella och utgör inte ett färdigt växtförslag.

Om inget annat anges är alla bilder och fotografier i arbetet gjorda av författaren.

Begreppsförklaring

Här har jag samlat vanligt förekommande begrepp och förklarat hur de ska tolkas i detta arbete.

Avrinningsområde “...Det sammanlagda område som avvattnas till en viss källa.”
(Svenskt Vatten, 2016a, s.57-60)

Biofilter “... en vegetationsbeklädd markbädd med fördröjnings- och översvänningszon för infiltrering och behandling av dagvatten”.
(Lindfors et al., 2014, s.33)

Dagvatten “...”Dagvatten är regn- och smältvatten som tillfälligt avrinner på markytan eller hårda ytor som exempelvis gator, tak och parkeringsplatser.”
(Svenskt Vatten 2016b)

Recipient “... dagvattnets mottagare, till exempel grundvatten, sjöar, floder och hav.”
(Lindfors et al., 2014, s.65)

Skyfall “...kraftig eller extrem nederbörd med mängder som väsentligt överstiger det normala.”
(Klimatanpassningsportalen, 2017b)

Utjämningskapacitet “...möjligheten att utjämna en viss mängd vatten.”
(Lindfors et al., 2014, s.65)

2.

Litteraturgenomgång

I det här kapitlet ges en bakgrundsbeskrivning till hur utvecklingen av dagvattenhanteringen i staden har skett under det senaste seklet och varför det idag har blivit ett problem som måste lösas. Därefter presenteras begreppet “hållbar dagvattenhantering” och nya lösningar med fokus på biofilter redovisas närmare.

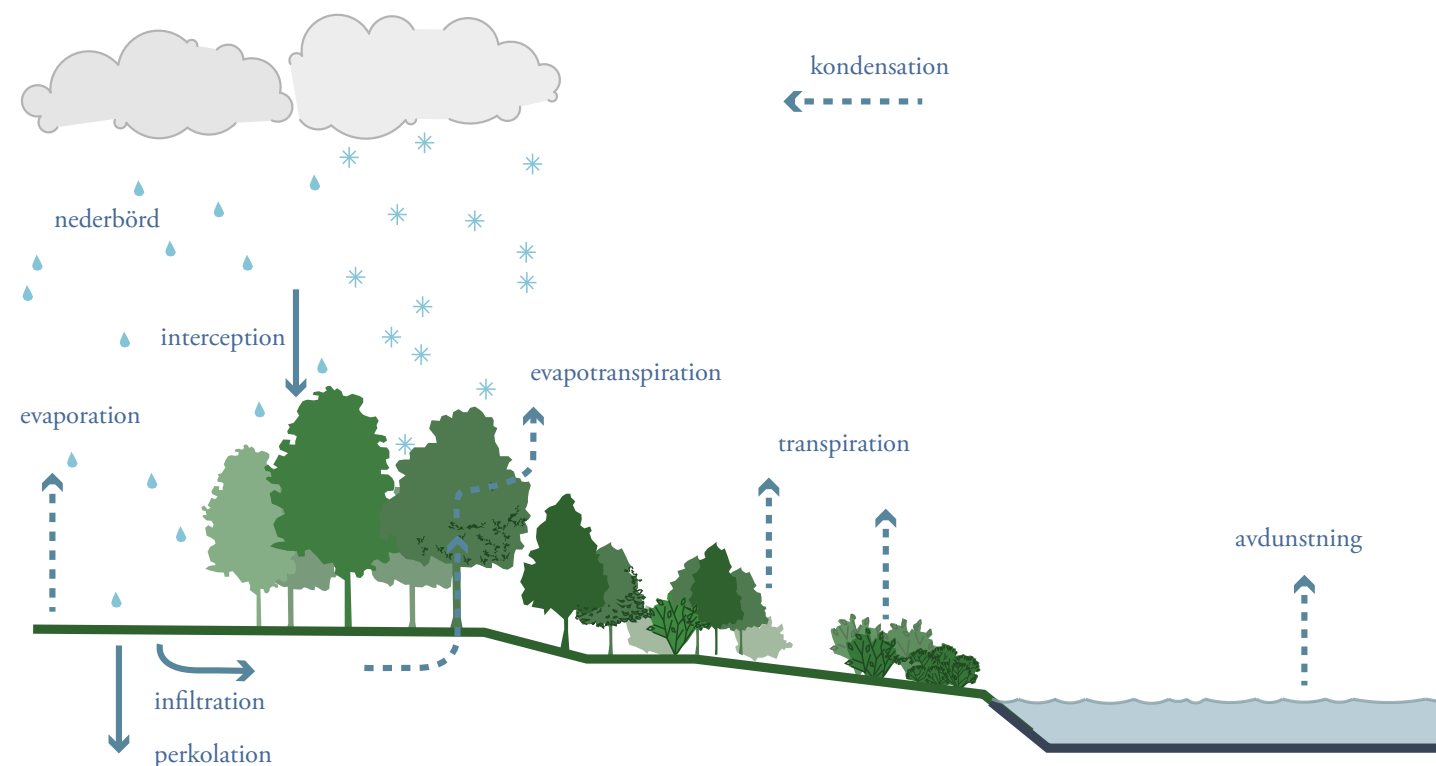
VATTNET I STADEN

Vattnets kretslopp

Vatten finns överallt omkring oss; i marken, i luften, bundet i växter och organismer samt fritt i hav, sjöar och åar. Vattnets kretslopp är en konstant pågående process och brukar kallas för den hydrologiska cykeln (SMHI, 2018 a).

Vatten avdunstar från våra sjöar och hav och blir till vattenånga i atmosfären. När vattenångan kyls av *kondenserar* den till vattendroppar som sedan faller ner som *nederbörd* i form av regn och snö. Vatten som fastnar på växters blad och grenar, och aldrig når marken kallas *interception*. Det vatten som istället faller på marken kan antingen *avdunsta* tillbaka till atmosfären (*evaporation*), rinna av längs ytan eller *infiltreras* ner i jorden. I den översta delen av marken finns porer som är fyllda med både luft och vatten, kallat den omättade zonen. Här bildar vattnet det som kallas för markvattnet. I detta jordskikt kan en del vatten tas upp av växternas rötter, och transporteras vidare upp till bladen där det återgår till atmosfären via klyvöppningarna (*transpiration*). *Evapotranspiration* är ett sammanfattande begrepp för all avdunstning som sker från växter och ytor. Det vatten som fortsätter sippra ner igenom jorden (*perkolation*) når till sist grundvattnet. Markvattnet rör sig och når till sist tillbaka till haven genom bäckar och åar, och så börjar cirkeln om igen (SMHI, 2018 a).

Den hydrologiska cykeln pågår kontinuerligt i alla skalor; från en enskild trädgård, en hel stad, ett helt land, till hela världen. Men vid en jämförelse mellan vattnets rörelse i en naturlig miljö, såsom en skog eller en äng, med hur vattnet rör sig i ett bebyggt område,



Figur 1. Vattnets kretslopp, den hydrologiska cykeln. Baserad på SMHI, 2018 a. Av Elin Linde.

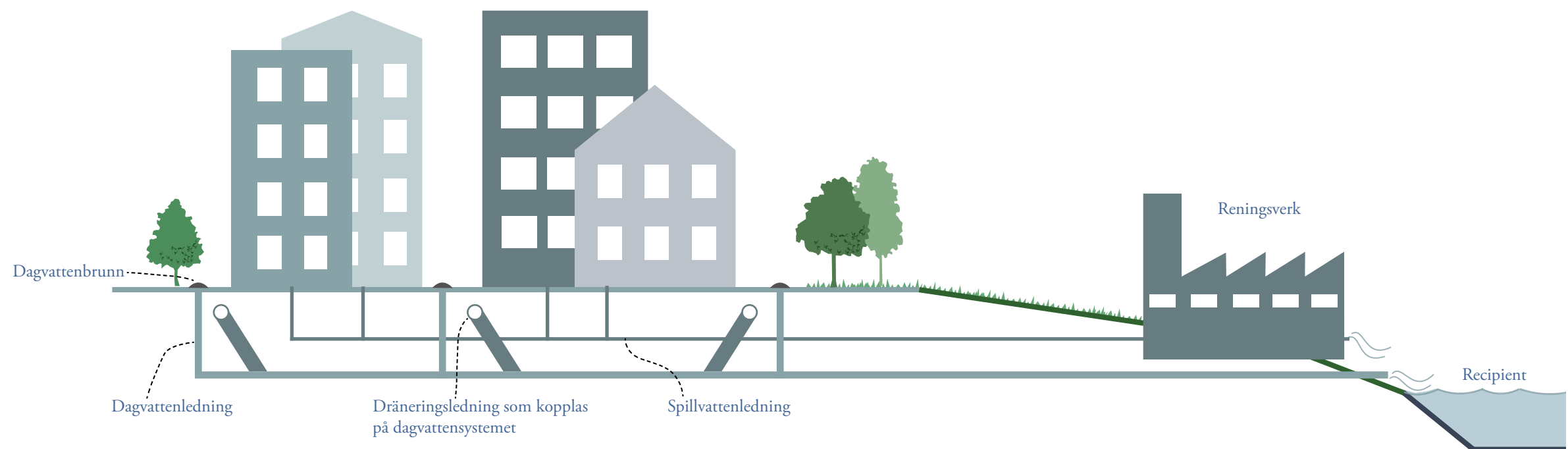
såsom en stad eller på ett torg, är det uppenbart att vår mänskliga aktivitet har påverkat och förändrat vattnets rörelsemönster på ett betydande sätt (Dunnett. N. & Clayden A., 2007).

Det skapade kretsloppet

Den största effekten som den byggda miljön har på vattnets kretslopp är att den bryter den naturliga vattencykeln (Dunnett, N. & Clayden, A., 2007). Med ökad bebyggelse blir automatiskt mängden hårdgjorda ytor större, vilket innebär att processen med infiltration genom mark till grundvattnet, samt

evaporation tillbaka till atmosfären reduceras eller försvinner helt. Resultatet blir ofta en onaturligt stor mängd överskottsvatten efter regnfall som kan orsaka problem med översvämningar (ibid.).

I en studie från Barbosa, A.E., Fernandes, J.N. & David, L.M., (2012) jämfördes tre olika platser som var lika vad gäller geologi, topologi och klimat, men med olika sorters landanvändning och byggnadsdensitet. Resultatet visade att urbaniserade områden hade en mycket högre avrinning beroende på ogenomträngliga ytor (ibid).



Figur 2. Det skapade kretsloppet i staden, dagvattensystemet. Av Elin Linde.

Dagvattensystemet

Det vatten som rör sig i staden delas upp i tre kategorier och benämns *spillvatten*, *dräneringsvatten* och *dagvatten* (Lindström, V., 2013). Spillvatten är avloppsvatten från industrier och hushåll, till exempel från toaletter, bad, tvätt och disk. Beroende på typ av industri kan spillvattnet från denna källa ha ett varierat innehåll. Allt spillvatten leds till reningsverk där det omhändertas och renas innan det släpps ut igen. Dräneringsvatten är det vatten som leds bort från husgrunder för att skydda från fuktskador, översvämningar och minska risken för att husgrunden sätter sig. Dagvatten är det synliga vattnet som faller på tak och hårdgjorda ytor. Oftast sker ingen speciell rening av dagvattnet utan

det leds ned i dagvattenbrunnar och släpps sedan orenat ut i närmaste recipient (ibid.). I en urban miljö brukar även det vatten som dräneras runt hus ledas till dagvattensystemet (SMHI, 2017).

I ett historiskt perspektiv så har de flesta städer i Europa och i den industrialiserade världen en gång innehållit mycket mer omfattande synligt vatten i dess urbana landskap, än de befintliga och synliga lämningar som man kan se idag (Butch, E. & Deak, J., 2011). Förr byggdes diken för dagvattnet, men i takt med att städerna har vuxit, och allt större ytor blivit hårdgjorda så anlades istället nedgrävda ledningar i mark och dagvattnet leddes på så sätt ut från staden till

närmaste vattendrag. (Lindström, V., 2013). Numera har de flesta städer så kallade duplikata system, dvs. att spillvatten är skilt ifrån dagvatten och avleds i olika system. Fördelen med detta är att vattnet inte riskerar att strömma bakåt i avloppssystemet och översvämma källare vid häftiga regn (Klimatanpassningsporteln, 2017 c), vilket är ett problem som annars kan uppstå med kombinerade ledningarna eftersom variationerna av flöden varierar kraftigt och ledningar för spillvatten är betydligt mindre än dagvattenledningarna. (Lindström, V., 2013). Dock är cirka 13% av ledningsnätet fortfarande så kallade kombinerade system, där både dagvatten och spillvatten avleds i ett gemensamt ledningsnät (SMHI, 2017).

“Dagens samhälle är anpassat och uppbyggt efter ett visst klimat, men med de klimatförändringar vi ser redan idag, och de som är att förvänta, ändras förutsättningarna för hela vårt samhälle”

- (SMHI, 2017 b)

Det förändrade klimatet

Med den pågående globala uppvärmningen står vi nu inför ett förändrat klimat. Det är dock inte temperaturökningen i sig som är det stora hotet, utan snarare hur temperaturökningen påverkar vattnets och luftens rörelser. Det förändrade klimatet kommer inte bara leda till allvarlig torka, utan det kommer även innebära en ökad frekvens av kraftiga stormar med översvämningar och föroreningar som följd, samtidigt som havsnivån höjs och stegvis tar över mer land (Dunnett, N. & Clayden, A., 2007).

Flera av de globala risker som är kopplade till klimatförändringarna är koncentrerade till urbana områden. Värmeböljor, luftföroreningar, extrem nederbörd, översvämningar, torka och vattenbrist är bara några exempel på fenomen som utsätter människor, ekosystem, tillgångar och samhällen för påfrestningar (IPCC, 2014).

Ökad nederbörd

Under det närmaste seklet förväntas nederbörden i Sverige att öka med upp till 40% (Klimatanpassningsportalen, 2017 a). Resultat från klimatberäkningar visar på att skyfallen kommer bli allt vanligare i takt med ett varmare klimat. Variationen i nederbördsökningarna är stora mellan olika år och olika decennier. Likaså finns det alltid stora lokala och regionala skillnader (ibid.).

De ökade nederbördsmängderna riskerar att översvämma våra samhällen från två håll, nedströms och uppströms. Nedströms ifrån de stigande vattennivåerna från hav, sjöar och vattendrag. Om inte dagvattnet kan rinna ner mot recipienten med självfall

kommer recipienternas stigande vattennivåer att resultera i översvämningar i bebyggelsen. Uppströms riskerar våra samhällen att översvämmas genom extrema skyfall (Svenskt Vatten, 2016 a). Men problemens omfattning beror också på hur mycket vatten som redan finns i marken. Exempelvis så uppkommer en stor del av de översvämningar som drabbat vårt land när flera regn i följd har passerat. Även om de var och en för sig inte bidragit med några extrema mängder vatten så blir marken allt mer vattenmättad och kan till sist inte ta hand om mer (Klimatanpassningsportalen, 2017 b). Dessutom kommer det ändrade regnmönstret ge extrema regn under sommarhalvåret och mer nederbörd på vinterhalvåret då avdunstningen och växternas upptagningsförmåga av vatten är låg (Svenskt Vatten, 2016 a).

Urbanisering & förtätning

På senare år har andelen bebyggelse i svenska städer ökat, medan andelen grönyta har minskat (Jansson et al, 2013). Samtidigt ses förtätning som en välbeprövad strategi i klimatdebatten, som ett sätt att uppnå en mer effektiv resursanvändning i städer och bidrar till minskning av växthusgaser genom kortare transportsträckor. Men en planering som bara ser till förtätning kan i vissa fall leda till oavsiktliga konsekvenser och snarare göra staden ännu mer utsatt för klimatförändringar. Integrerade insatser, som syftar till både begränsning av klimatpåverkan och anpassning till klimatförändring, är därför nödvändiga (Boverket, 2010).

I arbetet med att anpassa urbana miljöer till det förändrade klimatet krävs så kallad grön och blå infrastruktur. Med grön infrastruktur menas

exempelvis parker, landskap och gröna tak. Blå infrastruktur kan vara vattendrag, våtmarker och hållbara dräneringssystem (Klimatanpassningsporteln, 2017 c). Boverket (2011) konstaterar i sin rapport *‘Mångfunktionella ytor - Klimatanpassning av befintlig bebyggd miljö i städer och tätorter genom grönstruktur’* vikten av ett helhetsorienterat arbete med den gröna och blå strukturen. Detta för att kunna tillgodose tätorters och städers behov att hantera vattenbalansen vid ökad nederbörd och agera som temperatursänkande och luftförbättrande struktur.

Hur man ska säkra den befintliga bebyggelsen för kommande klimatförändringar är en stor utmaning. Att flytta på bebyggelse är kostsamt och kan generellt inte ses som en praktisk möjlighet, utan man måste förhålla sig och anpassa sig till förändringarna på plats. En möjlighet till omställning är potentialen i att arbeta med den befintliga bebyggelsen, mellanrum och grön- och blå strukturer. (ibid.)

Värdera det gröna

Grönska och vegetation har inte bara en positiv effekt på dagvattenhanteringen, utan det verkar även hälsofrämjande, livskvalitethöjande och klimatförbättrande, samtidigt som det ger ekonomiska och attraktiva fördelar (Jansson et al., 2013). Den snabba urbaniseringen har resulterat i många utmaningar för stadsplanering och design när det gäller att skapa hälsosamma vardagsmiljöer (Stigsdotter et al., 2017). När grönytor bebyggs och förtätas bort riskerar viktiga värden att försvinna. De gröna och blå elementen i staden undervärderas ofta i sin planering, design och förvaltning (Jansson et al., 2013).

De hälsofrämjande effekterna som vi människor får av att vistas i gröna miljöer är tydliga och mätbara. Närhet till grönområden med högt rekreativsvärde leder till ökad fysisk aktivitet vilket förbättrar både den mentala och fysiska hälsan. Grahn och Stigsdotter (2003) har i en studie kunnat visa på att användningen av grönytor minskar redan efter ett avstånd på 100-300 meter. Därför är tillgången på natur och park där människor bor och vistas särskilt viktig. Dessutom blir även den upplevda stressen mindre ju oftare de gröna miljöerna besöks (Grahn & Stigsdotter, 2003).

Bara att ha utsikt mot en grön miljö kan minska stress och sänka blodtrycket. Forskning har även visat att folk som bor i områden med god tillgång på grönska generellt sett har lägre ohälsa och sjukdomsfrekvens. En hälsosam och frisk befolkning leder också till minskade kostnader för samhället och individen genom lägre sjukvårdskostnader och en minskad sjukfrånvaro. Därför bör stadens gröna inslag ses som ett viktig del i en hållbar stadsbyggnad (Jansson et al., 2013). I en studie av Stigsdotter et.al. (2017) har resultat även pekat på att arkitektoniska och historiska värden kan associeras med fysiskt välmående hos invånare i städer.

Det är inte bara det gröna som har en positiv effekt på oss människor, även synligt vatten, är positivt associerat (White et al., 2010). Oavsett om det är ett stort hav eller sjö, fontän eller rinnande ström, upplevs det som positivt på många olika sätt. Miljöer innehållande synligt vatten upplevs som attraktivt och har en högre restorativ effekt, oavsett om det finns i en bebyggd miljö eller i mer naturnära områden (ibid.).

För att våra städer ska fortsätta vara en attraktiv plats för både boende och besökare så måste värdet av det

gröna räknas in i stadens strategiska investeringar (Boverket, 2010).

Ekosystemtjänster

Ett sätt att samla och beskriva de värden som naturen ger oss människor är genom begreppet ekosystemtjänster (Bodin et al., 2017). Ekosystemtjänster brukar delas in i fyra grupper; reglerande, försörjande, kulturella och stödjande (Boverket, 2010). Det är ofta tjänster som vi tar för givet, såsom luftrening och pollinering av grödor. Andra exempel på ekosystemtjänster kan vara, klimatutjämning (reglerande), vattenrening och bullerdämpning. Ekosystemtjänster används helt enkelt som ett sätt att värdera och uppmärksamma alla de funktioner som naturen har (ibid.).

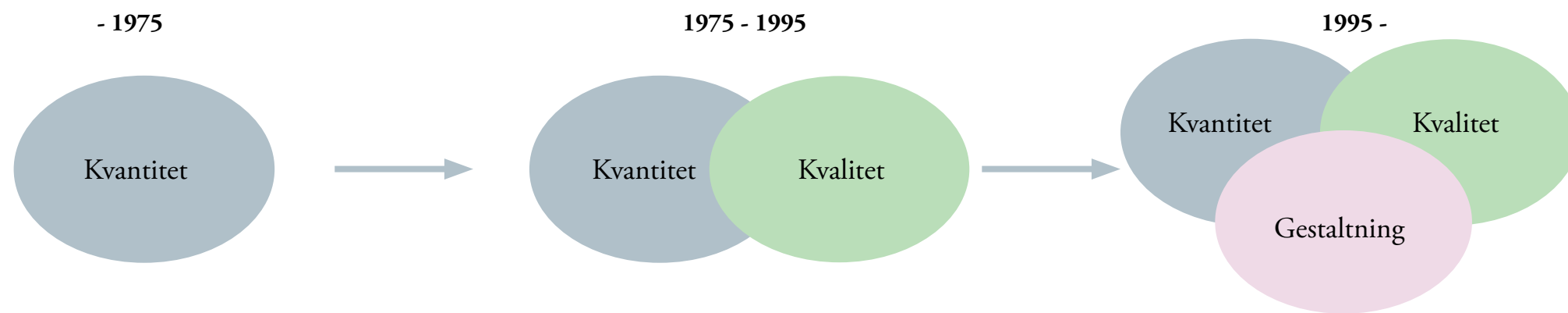
Begreppet ekosystemtjänster fick sitt genomslag 2001–2005, tack vare det stora forskningsprojektet Millenium ecosystem assesment (MA). Ekosystemtjänster blir mer och mer uppmärksammas som ett verktyg för att hantera många miljö- och landskapsfrågor. I planeringen gäller det både att skydda befintliga system samt se till hur nya system kan skapas och ge förutsättningar för dem att byggas upp. Ur en ekonomisk synvinkel finns det samtidigt en utmaning att nu börja betala för något som förut varit ”gratis” (Bodin et al., 2017).

Boverket (2010) använder begreppet ”mångfunktionella ytor”, i betydelsen ytor som sänker temperaturen både inomhus och utomhus under sommarmånaderna, skyddar från skadligt UV-ljus genom att bidra till skuggande miljöer, bidrar till sociala mötesplatser i staden och utemiljöer för rekreation och vila, och stödjer bevarandet av biologisk mångfald i

staden, samtidigt som det tar hand om dagvatten (Boverket, 2010). De ekosystemtjänster som tydligt anknyter till mångfunktionella ytor är de reglerande och kulturella tjänsterna, såsom rekreation, estetik, utbildning, inspiration och kulturhistoria (ibid.).

De ekosystemtjänster som direkt är hotade av mänsklig påverkan och då även av klimatförändringens effekter är luft- och vattenrening, klimatreglering och förmågan hos ekosystemen att lindra effekterna av naturkatastrofer (Boverket, 2010).

Det är av stor betydelse att synliggöra grönstrukturens betydelse. Många värden av ekosystemtjänsterna synliggörs och värderas i alltför liten grad, vilket leder till att de sällan räknas med när olika beslut tas. Det går till exempel inte att köpa eller sälja på en marknad den kyleffekt som vegetation ger på omgivande luft. För att politiker, organisationer och individer ska kunna ta mer medvetna beslut så krävs det kunskap. Dessa beslut har en avgörande påverkan om vår framtida livskvalitet ska gå i en positiv riktning (Naturvårdsverket, 2018).



Figur 3. Utvecklingen till en långsiktig hållbar dagvattenhantering. Källa: Svenskt Vatten, 2011.

HÅLLBAR DAGVATTENHANTERING

Utvecklingen av dagvattensystemet har under det senaste seklet lett till stora förändringar (Stahre, P., 2008). Fram till 70-talet var kvantiteten den enda prioriteringen. Det handlade helt enkelt om att få undan mängden vatten från staden så fort som möjligt. Därefter blev man mer uppmärksam på de föroreningar som vattnet förde med sig ut till recipienterna, och vattenkvaliteten blev en ny aspekt att ta hänsyn till och lösa. På 90-talet introducerades sedan begreppet hållbar utveckling i den globala diskussionen kring framtidsfrågor, och med detta började man även se till de sociala och gestaltande aspekterna, vilket ledde till en mer hållbar dagvattenhantering (ibid.).

Begreppet hållbar dagvattenhantering syftar på en process som ska efterlikna och återskapa vattnets naturliga kretslopp i stadsmiljön (Svenskt Vatten, 2016 a). I engelsk litteratur kan man stöta på flera likvärdiga begrepp såsom; *Sustainable urban stormwater management*, *Sustainable urban drainage systems* (SuDS), *Low-impact design* (LID) eller *Water-sensitive design and planning* (WSUD) (Dunnett, N. & Clayden, A., 2007; CIRIA, 2015; Backhaus, A. & Fryd, O., 2013). Genom att jobba med naturen och se vattnet som en resurs så kan en hållbar dagvattenhantering bidra till ett förbättrat stadslandskap. Det handlar om att maximera fördelarna och minimera de negativa konsekvenserna av dagvatten i bebyggda områden (Svenskt Vatten, 2016 a; Dunnett, N. & Clayden, A., 2007; CIRIA, 2015).

Målet med hållbar dagvattenhantering är att i största möjliga utsträckning fördröja och omhänderta vattnet, från det att det faller till marken till dess att det når recipienten. (Svenskt Vatten, 2016 a). Generellt gäller

det att så snart som möjligt återföra dagvattnet till det naturliga kretsloppet (Lindström, V., 2013).

En hållbar dagvattenhantering erbjuder ett mer anpassningsbart sätt att dränera ytor under hotet av både klimatförändringar och urbaniseringens förtätning. Detta eftersom att ett ytbaserat system kan utformas med en större flexibilitet i sin kapacitet och de tenderar att vara enklare att modifiera och bygga om vid framtida förändringar till en rimlig kostnad jämfört med underjordiska system (CIRIA, 2015).

Hållbar dagvattenhantering är även att föredra då det hjälper till att minska föroreningshalterna i vattnet och deras belastning på recipienten. Genom att lokalt hantera och fördröja de första 10mm vid varje regntillfälle så medför det att hela 75 % av årsvolymen hanteras. Kan istället 15 mm fördröjas och hanteras så motsvarar detta hela 85 % av årsvolymen av dagvatten (kapitel 1.5) (Svenskt Vatten, 2016 a).

I utformandet och gestaltningen av hållbara dagvattensystem krävs det att man ser till en mängd andra faktorer och inte bara dräneringsfrågan (Stahre, P., 2008). Barbosa, A.E., Fernandes, J.N. & David, L.M. (2012) poängterar i sin rapport att strategier för en hållbar dagvattenhantering krävs på olika beslutsnivåer, både lokala och regionala, men också att de alla behöver information och en tydlig förståelse för de möjligheter finns såväl som för de konsekvenser varje beslut har. Resultatet av deras forskningsöversyn visade även att förvaltningen kring hållbar dagvattenhantering måste vara flexibel och multidisciplinär. De poängterar att innovativa och högteknologiska lösningar inte nödvändigtvis är de bästa eller mest effektiva. (ibid.)

Dagvattenkedjan

För att till fullo uppnå en hållbar dagvattenhantering krävs ett holistiskt synsätt och en samlad planering där man ser till vattnets väg genom landskapet, från den plats det faller till där det slutligen blir del av kretsloppet igen. Genom att sätta in åtgärder på flera ställen i avrinningsområdet, och låta åtgärderna länkas ihop kan de tillsammans ge maximal effekt vad gäller att minska och fördröja dagvattenmängderna, sänka flödes hastigheten och reducera föroreningshalterna (CIRIA, 2015; Lindström, V., 2013). Denna sammanlänkade process i flera steg kallas för dagvattenkedjan (eng. the stormwater chain). Konceptet bygger på att varje åtgärd ses som en länk, och ju fler länkar som binds ihop, desto starkare kedja. Kedjan behöver inte vara linjär, utan fler sidogrenar, stora som små, kan kopplas på eller komma till (Dunnett, N. & Clayden, A., 2007).

Utformningen av hållbara dagvattenlösningar kan göras på flera olika sätt beroende på platsens kontext och tekniska förutsättningar samt på vilken lösning som önskas (CIRIA, 2015). Forskarna och författarna Nigel Dunnett och Andy Clayden (2008) delar upp åtgärderna i fyra olika kategorier utifrån vilken funktion de har, alltså *vad* man kan göra i dagvattenkedjan;

- Tekniker som förhindrar avrinning från ytor (prevent run-off from surfaces)
- Bibehållande tekniker (retention techniques)
- Magasinerande anläggningar (detention facilities)
- Tekniker för att transportera vatten (conveyance techniques)

I svensk litteratur som berör hållbar dagvattenhantering refererar många till Peter Stahre. Även han delar in åtgärder för hållbar dagvattenhantering i fyra kategorier, men hans indelning grundas istället på *var* i dagvattenkedjan insatserna görs. Stahre (2004) delar in i följande kategorier;

- Lokalt omhändertagande
- Fördröjning nära källan
- Trög avledning
- Samlad fördröjning

Lokalt omhändertagande är småskaliga anläggningar på privat mark vars syfte är att minska och fördröja avrinningen av dagvatten från denna marktyp innan det tas om hand av det kommunala dagvattensystemet. Exempel på teknisk utformning kan vara gröna tak, infiltration på gräsytor, genomsläppliga markmaterial eller regnbäddar. Fördröjning nära källan omfattar anläggningar på allmän platsmark för tillfällig samling och fördröjning av dagvatten i de övre delarna av avrinningssystemet. Trög avledning avser olika system som på allmän platsmark långsamt kan transportera dagvatten från de övre delarna av avrinningsområdet. Detta sker vanligtvis i öppna system. Målet är att dessa tröga avrinningsstråkska ersätta den snabba avrinningen som sker i de nedgrävda dagvattensystemen. Samlad fördröjning syftar till större öppna anläggningar i de sista delarna av avrinningssystemet. Här ges tillfällig fördröjning från ett större upptagningsområde. Samma tekniska utformning kan sedan användas på flera ställen i dagvattenkedjan (Stahre, P., 2004).

Vilken indelning eller definition man väljer att följa spelar egentligen ingen roll, eftersom de båda syftar till att uppnå samma sak – att åter koppla samman dagvattenkedjan. Men i Sverige blir ändå Stahres indelning mer intressant eftersom markägarförhållandena till viss del är avgörande för vilken typ av åtgärd man kan göra. En stor andel av marken i staden ägs inte av kommunen utan av privata fastighetsägare, vilket gör att kommunen och vattenhuvudmannen inte har någon möjlighet att ställa krav eller införa åtgärder på privat mark. Stahre (2004) poängterar även att små åtgärder på privat mark kanske inte ger så stor effekt på dagvattenavrinningen var för sig, men att den sammanlagda effekten av flera små insatser inte ska förringas och är högst väsentlig.

Jag har därför valt att i mitt arbete förhålla mig till Stahres indelning. Då jag jobbar med åtgärder i befintlig bebyggelse och högt upp i dagvattenkedjan är det framför allt principerna Lokalt omhändertagande, Fördröjning nära källan och Trög avledning som är applicerbara i sammanhanget.

Med naturen som förebild

Stahre, P. (2008) menar att hållbar dagvattenhantering ofta uppnås med hjälp av öppna eller delvis öppna dräneringssystem. Dessa använder naturens egna sätt att hantera regnvatten genom t.ex. infiltrering, perkolering, ytavrinning, långsam dränering samt genom att hålla kvar vatten i dammar och våtmarker. Anläggningarna kännetecknas av det faktum att dagvattnet ofta är synligt under avrinningen (ibid.).

Enligt Sjöman & Slagstedt (2016) spelar växter en avgörande roll i den öppna dagvattenhanteringen.

Under de senaste åren har användningen av gröna tak fått mycket uppmärksamhet, men även träd har en viktig roll för att upprätthålla en hållbar vattenbalans i staden. Vid en jämförelse mellan olika marktäckare har det visats att träd i naturliga planteringar har, oavsett nederbördsmängd, en överlägsen kapacitet att minska den ytavrinning som skapas (ibid.).

I naturen är det vanligt med översvämningar från kraftiga regn eller i samband med isavsmältningar. Biotoper som är vana vid översvämningar är naturliga våtmarker, översilningsytor eller miljöer intill vattendrag. Efter utdikningar i skogs- och lantbruket har naturliga våtmarker blivit allt mer ovanliga. Men det är i dessa biotoper som naturen har lärt sig klara av att reglera större vattenmängder, vilket bidrar till att jämna ut flödena med flera mindre översvämningar istället för en stor. Man kan kalla dem för naturens egna dagvattenhanteringsytor. Här kan man finna exempel på arter som har lärt sig hantera dessa flukturerande vattentillstånd och framgångsrikt konkurrera på dessa marker (Sjöman, H. & Slagstedt, J., 2016).

I rapporten “Grågröna systemlösningar för hållbara städer - inventering av dagvattenlösningar för urbana miljöer” (Lindfors et al., 2014) presenteras olika typer av lösningar för hållbara dagvattensystem såsom; biofilter, genomsläpplig mark, avloppsvattenrening, filter, magasinering under mark och avledning. Biofilter är den enda av de ovan nämnda systemlösningar där vegetation ingår som en komponent (ibid.).

BIOFILTER

Biofilter (eng. bioretention) är ett slags samlingsnamn för dagvattenanläggningar där växtlighet används för att kontrollera kvalitén på vattnet och kvantiteten av vatten inom ett landskap, med hjälp av kemiska, biologiska och fysiska egenskaper hos växter, mikrober och jord. Detta till skillnad från exempelvis utjämningsmagasin som är en åtgärd som installeras under mark. (Lindfors et.al., 2014; CIRIA, 2015; Dunnett, N. & Clayden, A., 2007).

Sedan de första biofiltren började anläggas i USA på 1990-talet, har utvecklingen gått framåt vad gäller biofiltrens konstruktion och vilka material som används, och har idag lett fram till fem olika grundkonstruktioner (Lindfors et.al., 2014). Skillnaden mellan de olika typerna är främst hur de hanterar avvattningen, alltså hur vattnet lämnar konstruktionen. Det finns flera begrepp som används synonymt med biofilter, framförallt ordet regnbädd (eng. rain garden). Detta är dock inte helt korrekt, då regnbädd egentligen är ett av flera olika slags biofilter. Beroende på vilken utformning och storlek som är lämplig för den aktuella miljön, så kan biofiltren få nya namn som till exempel regnbädd eller svackdike, men de är båda två ett biofilter och principen för hur de byggs upp är densamma (ibid.).

Genom att använda biofilter ersätts hårdgjorda ytor med vegetation och reducerar på så sätt mängden dagvatten som måste tas om hand i det underjordiska systemet. Biofilter använder landskapet och jorden för att på ett naturligt sätt flytta, lagra och filtrera dagvatten i staden. I och med att biofilter innehåller växter är de särskilt bra på att ta hand om dagvatten genom interception. Dagvatten leds in i biofiltret

Rening	Dagvatten renas genom fysikaliska, biologiska och kemiska processer
Fördröjning	Dagvattenflöden fördröjs genom att växtbädden är nedsänkt så att en zon över växtjorden skapas där dagvatten kan fördröjas. Även en mindre mängd dagvatten kan fördröjas i växtbäddsmaterialets och makadamens luftfyllda porvolym med ett eventuellt strypt utlopp (klen ledning så att den effektiva fördröjningsvolymen kan utnyttjas)
Absorbering	Genom absorbering av jordpartiklar fastläggs föroreningar
Avdunstning	Genom växtupptag absorberas vatten som sedan avdunstar från bladverket vilket kan bli stora mängder, särskilt från träd
Erosionsskydd	Växter utgör ett filter som bidrar till att dagvatten bromsas upp och skapar möjlighet för sedimentation. Växter förhindrar att sedimenten resuspenderas (yr upp av vind- och vattenströmmar och sprids vidare). Rötter stabiliserar växtsubstratet och minskar erosionsrisken.
Estetik	Vegetation kan öka områdets estetiska och rekreativa värden
Pedagogik	Visualisera vattnets väg genom landskapet

Figur 4. Biofilters funktioner, Lindfors et.al. 2014, s.41

och när jorden blir mättad tillåts vattnet att tillfälligt svämma över på ytan. Efter att vattnet har passerat biofiltret samlas det antingen upp i ett underliggande dräneringssystem, eller tillåts det att helt eller delvis fortsätta infiltrera den omkringliggande jorden beroende på de platsspecifika förhållandena (CIRIA, 2015; Dunnett, N. & Clayden, A., 2007).

Lindfors et.al. (2014) listar de huvudsakliga funktionerna hos ett biofilter som rening, fördröjning, absorbering, avdunstning, erosionskydd, estetik och pedagogik. Se tabell ovan.

Genom sitt användande av både gröna och blå miljöer

genererar biofilter även en mängd ekosystemtjänster som är värdefulla bidrag i staden (ibid). Dessa kan vara:

- Ökad biodiversitet
- De skapar habitat för levande organismer
- Genom evapotranspiration sänker de temperaturen och utjämnar det lokala mikroklimatet
- Producera sötvattensamlingar
- Verkar dämpande mot extrema väderhändelser

Biofilters utformning

Biofilter kan antingen vara diskreta i sin utformning eller så kan de vara framträdande inslag som starkt bidrar till stadsrummets utformning. Deras flexibilitet gör att de lätt kan anpassa form, dimensioner, material och växter för att integreras i olika typer av stadsstrukturer (CIRIA, 2015; Lindfors et.al., 2014).

Backhaus & Fryd (2013) menar på att det finns ett stort behov av att utvärdera och identifiera tekniken för landskapsbaserade dagvattenanläggningar och deras relation till kontext och hållbarhet. Detta har de gjort i en undersökning genom att utvärdera 20 projekt med designade dagvattenlösningar i norra Europa. Projekten bedömdes efter 5 kriterier; terräng, dynamiska flöden och dimensionering, accentuering av dagvatten, konstruktion och skötsel, och platshistorik och kontext. Författarna menar på att designen kan bli svag om man bara sett till dagvattenhanteringen som främsta och enda utgångspunkt, då vatten bara är ett av flera designelement. Det är därför bra att ha en konstruktion som kan fungera estetiskt vid både höga och låga vattenstånd, då många dagvattensystem ofta är överdimensionerade och riskerar att endast bli torra kratrar i stadslandskapet. Men genom att arbeta med små, sammanlänkade element som oftare fylls med vatten så kan man istället förstärka upplevelsen av vatten. För att integrera projekten i deras miljömässiga och sociala kontext är det en fördel om designen kan integreras med andra funktioner (ibid.).

För att vattnet ska rinna som man vill måste marken luta. Backhaus & Fryd (2013) konstaterar i sin studie att det på stora ytor är lättare att få till ”naturliga” utseenden, medan små ytor är känsligare för förändringar i terrängen och de riskerar att se konstiga

ut om marken måste ändras för mycket (ibid.).

Sleegers & Brabec (2014) menar på att de estetiska värdena av lösningar med öppen dagvattenhantering är av stor vikt för att anläggningarna ska accepteras av stadens invånare och ge ett ökat användande. De har i en studie jämfört tre befintliga öppna dagvattenanläggningar i USA och Tyskland med fokus på estetiska och visuella kvaliteter. Utifrån resultaten av de utvärderande jämförelserna föreslås bland annat att svackdiken kan utnyttja potentialen som vattenlandskap genom att visa vattnets flyktiga kvaliteter, exempelvis genom att låta delar översvämmas och att välja hydrofila växter som förbättrar de estetiska värdena. Författarna menar också att en metaforisk användning av vatten och vattenrelaterad geometri ökar de visuella kvaliteter, vilket även kan förstärkas genom en metaforisk användning av vatten och en vattenrelaterad geometri med hjälp av repetition och mönster som jämnar ut gatans linjära geometri.

Biofilter är förhållandevis lika i sin uppbyggnad och i dess funktion, men beroende på utseende och i vilken miljö de placeras kan de sedan få olika namn (Fridell, K. & Jergmo, E., 2015). Exempel på olika sorters biofilter från litteraturen är; regnbäddar, svackdiken/biodike, resorptionsdike, torra dammar, översilningsytor, våtmarker och dammar (Lindfors et.al., 2014).

Sett till de platsspecifika förutsättningarna och i vilken kontext biofiltret ska placeras i, kan vissa utformningar passa bättre än andra. Vissa är mer utrymmeskrävande osv. På följande sida presenteras närmare tre utvalda exempel på biofilter-lösningar som jag anser är aktuella för detta arbete:



Figur 5. Svackdike med perennplantering mellan två vägar. Källa: flickr.

Svackdike

Ett svackdike är utformat likt ett grunt dikessystem och fungerar som kombinerad infiltrationsyta och öppet avledningssystem. Det är ofta gräsbeklätt med svagt lutande slänter och är under perioder mellan regntillfällen torrlagt (Stahre, 2004). Svackdiken används ofta för att avvattna vägar, gångar och parkeringar, ytor som är lämpliga att avvattna genom att fördela inloppen med jämna mellanrum längs en sträcka, alternativt över hela avrinningskanten. (CIRIA, 2015).

Växter och gräs ger ett visst flödesmotstånd mot vattnet och har därmed en fördröjande och renande effekt. Genom att anlägga ett makadammagasin under dikets botten kan man utöka dikets utjämningskapacitet

(Lindfors et.al., 2014). Svackdiket behöver nödvändigtvis inte enbart täckas med gräs, utan kan vara rikt planterade med träd, buskar och perenna örter och gräs. Detta ökar infiltrationsförmågan. Men om man istället vill att vattnet ska rinna undan är det bättre att låta dikets botten vara gräsbeklätt (Dunnett, N. & Clayden, A., 2007).

Regnbädd

Regnbäddar (eng. rain gardens) är en dagvattenlösning som började utvecklas i delstaten Maryland, USA i början av 1990-talet (Fridell, K. & Jergmo, F., 2015). Målet var att leda så mycket dagvatten som möjligt till bädden, och resultaten var mycket positiva. Metoden har sedan dess utvecklats vidare och anammats över hela världen, där regnbäddar nu

anläggs i stor omfattning. (ibid.) Regnbäddar kan med fördel planteras med en varierad vegetation och bidrar då med intressanta biologiska miljöer (Bodin et.al. 2017). Regnbäddar kan utformas både som nedsänkta eller upphöjda planteringar (Fridell, K. & Jergmo, F., 2015). Konstruktionen går ut på att fördröja och filtrera föroreningar medan vattnet dräneras ner genom växtbädden. Regnbäddar har även förmågan att kunna dämna upp vid kraftiga regn för att sedan få vattnet att sjunka undan. (Dunnett, N. & Clayden, A., 2007).

Dagvattendammar

En fördröjningsdamm kan både anläggas högt upp i avrinningssystemet för att lokalt fördröja dagvattnet på privat eller allmän platsmark, men även i slutet av avvattningssystemet, då som stora fördröjningsdammar (Stahre, P., 2004). Dagvattendammar används för att fördröja och rena dagvattnet. Det är viktigt att se till att dammen har en god vattenkvalité, vilket uppnås genom att ha en bra vattenomsättning och att omgivande slänter inte gödslas. En dålig vattenkvalité kan leda till alg tillväxt vilket ger ett negativt intryck och kan skapa dålig lukt. Genom att plantera skuggande träd runt dammen kan vattentemperaturen hållas nere och risken för algbildning minskar. Även användandet av växter i dammen kan minska alg tillväxten genom konkurrens om näringsämnen i vattnet (Svenskt Vatten, 2016 a).

En bottenventil gör det möjligt att tappa dammen på vatten vilket förenklar rensning. Flacka slänter och en flack bottenlutning minskar risken för olyckor. Likaså kan skyddsplanteringar runt dammen öka säkerheten, men man bör på vissa ställen överväga att sätta upp skyddsräcken. (Stahre, P., 2004).

Växtlighet i biofilter

Vegetationen i ett biofilter påverkar funktionen i filtret på flera positiva sätt. Framförallt bidrar vegetationen till en ökad interception (CIRIA, 2015). En större mängd vatten kan också avdunsta vid evaporation. Växterna gör att vattenhastigheten bromsas upp vilket ger möjlighet för partiklar att sjunka till botten eller fastna i växtligheten. Likaså minskar växterna risken för att sedimenten vid höga flöden åter virvlar upp och sprids vidare, kallat resuspension. Ytterligare en positiv effekt är att växter kan ta upp ämnen ur vattnet och detta ger direkt en renande effekt och även en indirekt påverkan genom att det förändrar jordens pH och stärker mikrolivet. Vegetationen hjälper även till att skapa och bibehålla bra egenskaper i filtret, samtidigt som den ökar infiltrationen och perkolationen. (Lindfors et.al., 2014).

Vid val av växter för ett biofilter krävs det precis som för vanliga planteringar att man ser till de grundläggande kraven vad gäller solljus, vind, vatten, näring och klimatzon (ibid.). Det är lätt att tänka på regnbäddar som gräs- och perennplanteringar, men om man jobbar med en större yta är det viktigt att även beakta användandet av träd och buskar. En varierande vegetation bidrar även till en ökad biologisk mångfald (Dunnett, N. & Clayden, A., 2007; CIRIA, 2015). Om dagvattnet som ska tas om hand i biofiltret har avvattnats från en gata bör man välja växter med en någorlunda hög salttolerans (Lindfors et.al., 2014).

Benämningen regnbädd är lätt att associera till våtmarker och andra vattenrika växtmiljöer, och till tron att det då är vattenälskade växter som ska användas (Lindfors et.al., 2014). Men växter för dessa konstruktioner ska snarare vara anpassade för torra



Figur 6. Regnbädd på Tåsinge Plads, Köpenhamn. Regnbädden är planterade med en blandning av både perenner, buskar och träd. Foto: Elin Linde

till normala förhållanden, när det gäller vattentillgång (ibid.). Biofilteranläggningar har särskilda förhållanden som växtplats vilket kan göra det svårt att välja växter som passar. Ståndorten kan vara både våt och torr, och den pendlar hela tiden mellan de olika tillstånden. (Dunnett, N. & Clayden, A., 2007) Förmågan hos biofilter att fördröja vatten innebär att det under vissa perioder kommer stå vatten på ytan.

Typiska växter i biofilter har en intermediär strategi, och i naturligt tillstånd hittas de ofta i kanten runt vattenmiljöer eller i områden med hög fuktighet, eller i habitat som utsätts för och tar upp stora mängder regn vid enstaka tillfällen om året (Dunnett, N. & Clayden, A., 2007). Även inom ett biofilter hittar man områden

med olika förutsättningar för växterna. Sidoslänter kommer generellt vara torra den mesta av tiden, medan basen av biofiltret är väl-dränerad och kommer utsättas för varierande fuktighet och vattenmättnad (CIRIA, 2015).

Diskussionen om vidare man ska använda sig av inhemska eller exotiska växtmaterial finns som alltid, men landskapsarkitekten och professorn Nigel Dunnett (2017) menar på att det inte går att utesluta säga det ena eller det andra. Det bästa är att helt enkelt gå efter tesen "rätt växt, rätt plats". Själva designen av planteringarna för regnbäddar och biofilter är fortfarande ett utforskat ämne, och det finns mycket utrymme för fortsatta experiment (ibid.).

Konstruktion & uppbyggnad

Utformningen av biofilter måste alltid ske i förhållande till det aktuella områdets specifika förutsättningar (Lindfors et.al., 2014). Då biofilter är en flexibel konstruktion med många möjliga utformningar, är det svårt att ge några exakta rekommendationer kring utformningen (ibid.). De huvudkomponenter som vanligtvis tillhandahålls i biofilter är följande;

Inlopp – Inloppet är där dagvattnet leds in i biofiltret. Inloppet kan se ut på många olika sätt, det kan till exempel vara en ledning, ränna, kanal eller en öppning i konstruktionen. Utformningen av inloppet är av stor betydelse och bör konstrueras så att vattnet fördelas jämt över filterytan. (Lindfors et.al., 2014).

Erosionsskydd – Vid kraftiga flöden kan vattnet ha en hög hastighet in i biofiltret, vilket riskerar att erodera marken innanför inloppet. För att minimera erosion och bromsa upp hastigheten på vattnet bör ett erosionsskydd därför anläggas. Exempel på erosionsskydd är större stenar eller makadam. (Lindfors et.al., 2014).

Fördröjningszon – Fördröjningszonen är den volym ovan växtjorden som kan tillåtas svämma över vid kraftiga regntillfällen. Höjden på fördröjningszonen väljs med hänsyn till den infiltrationshastighet som finns i biofiltret och önskad tömningstid. (Lindfors et.al., 2014).

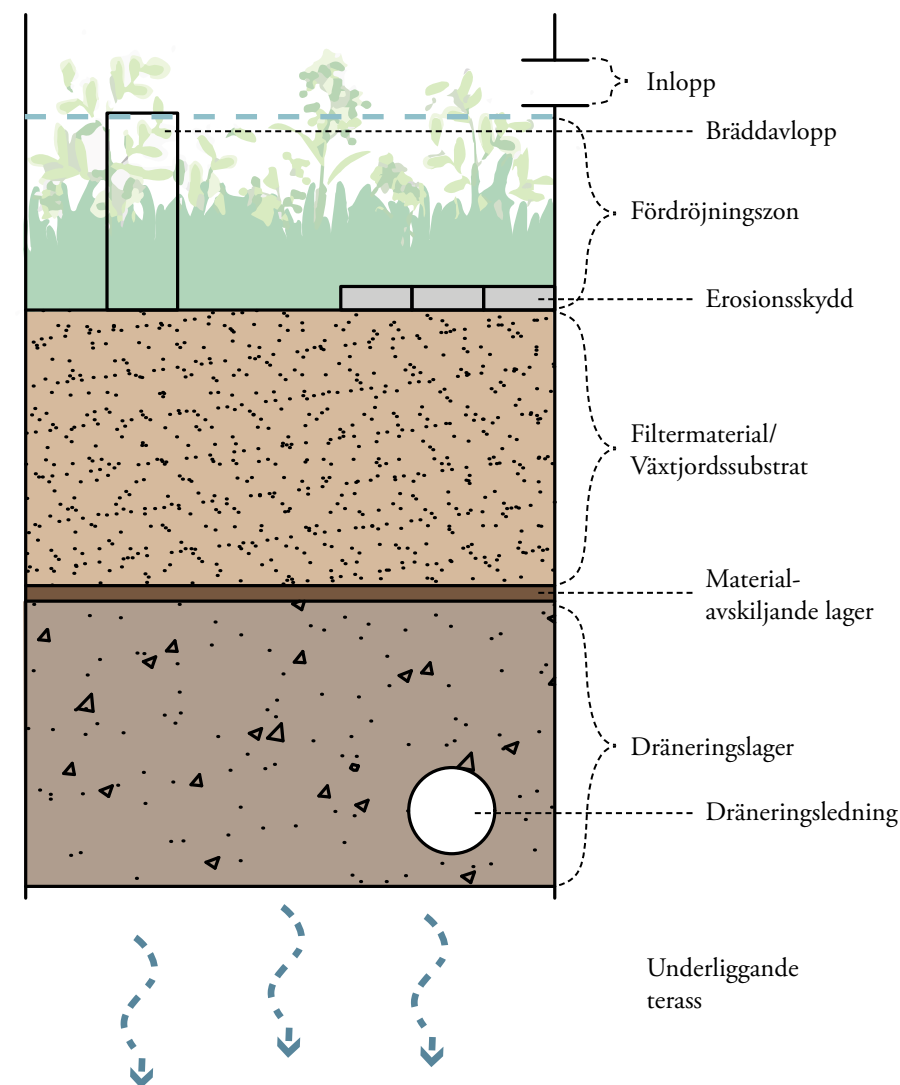
Bräddavlopp – Oavsett vilken typ av biofilter, så ska det alltid konstrueras med ett bräddavlopp. Dess funktion är att på ett säkert sätt leda bort det överskottsvatten som blir när fördröjningszonen är full. (Lindfors et.al., 2014).

Om konstruktionen anläggs utan bräddavlopp riskerar man att få stillastående vatten under en längre tid, vilket äventyrar förhållandena för växterna genom brist på marksyre. (Sjöman, H. & Slagstedt, J., 2016).

Filtermaterial/Växtjordssubstrat – Filtermaterialet har en rad olika funktioner som ska uppnås. Det ska dels tillgodose växternas behov av syre, vatten och näring, samt ge förutsättningar för funktionerna att rena och fördröja (Lindfors et.al., 2014). Vilken vattenmängd som kan filtreras genom systemet har en viktig inverkan på effektiviteten (CIRIA, 2015). Dessa olika krav är inte lätta att kombinera och kan leda till vissa motsättningar. Biofiltrets kapacitet kan förbättras genom att välja grövre eller djupare filtermaterial. Detta leder till att vattnet kan passera snabbare, vilket under vintern även minskar risken för att vatten blir stillastående när det fryser och skapar igensättning. Men en snabbare vattentransport genom filtret kan även leda till sämre rening. (Lindfors et.al., 2014).

Dräneringslager – Dräneringslagrets funktion är att samla upp vatten från filtermaterialet ovanför och leda det till dräneringsröret. Det ska vara tillräckligt djupt för att försäkra en snabbare vattengenomsörelse än genom filtermaterialet (CIRIA, 2015). Dräneringslagret skapar även en ytterligare fördröjningszon där vattnet ges längre tid att perkolera, vilket är fördelaktigt om terrassen har låg genomsläpplighet (Lindfors et.al., 2014).

Materialavskiljande lager – För att förhindra att växtjorden transporteras ner i dräneringslagret placeras ett lager sandbaserad mineraljord under växtbädden. Alternativt kan en geotextil användas (CIRIA, 2015).



Figur 7. Principiell uppbyggnad av ett biofilter. Baserad på CIRIA (2015), ch.18: Bioretention systems. Av Elin Linde.

Avvattningssystem – Avvattningssystemet träder i kraft när biofiltret inte längre kan magasinera mer vatten och fördröjningszonen är full. Vilken typ av avvattningssystem som väljs beror på terrassens egenskaper att avleda vatten. Om terrassen till exempel består utav lera har den ingen bra avvattningsförmåga och biofiltret får då avvattnats av en dräneringsledning (och ev. dräneringslager) (Lindfors et.al., 2014).

Växtbädden

Jord består av fyra huvudkomponenter; organiskt material, oorganiskt material, luft och vatten (Troedson, T. & Nykvist, N., 1980). Den totala jordvolymen består dels av fasta jordpartiklar och dels av porer. Begreppet porositet eller porvolym är helt enkelt storleken på den del som inte är partiklar. Porerna är under normala förhållanden fyllda med markluft eller markvatten. Båda är livsviktiga för växternas rötter. Porernas storlek bestämmer även vattnets rörelse och hastighet genom jorden (ibid.).

Under normala tillstånd, när markporerna innehåller både vatten och luft, pågår en mängd naturliga processer i jorden, både biologiska och kemiska. Den naturliga nedbrytningen av humus i marken kräver syre (aerob nedbrytning), men när biofiltret fylls med vatten som blir stående över en längre tid, blir den främsta effekten syrebrist i jorden eftersom alla porer fylls med vatten. Då förändras den naturliga nedbrytningen och övergår istället till en syrefattig nedbrytning (anaerob nedbrytning). Detta kan ge allvarliga skador för träd och andra växter eftersom växternas rötter behöver tillgång på syre för sin utveckling och överlevnad. En annan bieffekt är bildning av metangas vilket kan vara giftigt och hämmar trädens rotutveckling. (Sjöman, H. & Slagstedt, J., 2016).

Om en jord har en hög halt av lera blir infiltrationen mycket långsam och ytavrinningen omfattande. Det omvända gäller för en sandig jord där infiltrationen går snabbt. Detta ger att en infiltrationsbädd kräver olika stor area beroende på jordens sammansättning. En lerjord kräver således en större area än en sandig jord för att nå samma infiltrationskapacitet. (Sjöman, H. & Slagstedt, J., 2016).

Vid dimensioneringen och anläggningen av ett biofilter är den största svårigheten egentligen inte att förutspå omfattningen av det vatten som under kraftiga regnoväder kan fresta på ytan, utan snarare hur det påverkar jorden, dvs. hur länge markporerna är fyllda med vatten, eftersom detta påverkar hur jorden fungerar som växtplats. Likaså hur förhållandena är i perioden mellan dessa regnoväder, då det kan vara riktigt torrt (Sjöman, H. & Slagstedt, J., 2016).

Topografi & höjdsättning

I arbetet med att säkra upp våra städer för de ökade nederbörds mängderna så är det den befintliga miljön som är den svåraste utmaningen att lösa. Där blir den lokala topografin en avgörande faktor för hur stora flöden som kan hanteras på ett säkert sätt. I områden som ligger på flack mark utan någon större naturlig lutning kan det bli särskilt svårt att avleda stora regnvolymer (Svenskt Vatten, 2016 a). Höjdsättningen är en avgörande faktor för vilken dimensionering av dagvattenanläggningen som är möjlig för att klara av avrinningen vid olika regnförhållanden, både normala och höga (Svenskt vatten, 2011).

Något som är viktigt att komma ihåg vid höjdsättningen av ytor runt nya dagvattenanläggningar är tillgängligheten. Höjdsättningen ska göras så att vattnet rinner från hus till lågpunkt, men utan att skapa ytor med allt för brant lutning (Svenskt vatten, 2011). Om lutningarna blir för stora, blir det svårt att ta sig fram, speciellt för personer med funktionsnedsättning (Bodin et.al., 2016).

Skötsel & underhåll

Precis som alla typer av dagvattenanläggningar kräver även biofilter en kontinuerlig skötsel och underhåll

(Lindfors et.al., 2014). De flesta komponenter i hållbara dagvattenanläggningar är synliga för ögat, de sätter sin prägel på omgivningen och innehåller en mängd habitat. Planeringen av skötseln måste alltid ta hänsyn till och bestämmas sett till ett mer övergripande landskapssammanhang gällande estetik, biologisk mångfald samt dräneringskrav. Skötselnivån som krävs för att uppnå önskat utseende kan till exempel vara högre än den som krävs för att uppnå kraven för vattenrening och vattenmängd (CIRIA, 2015). Om skötseln inte är tillräcklig riskerar anläggningarna att se skräpiga och misskötta ut, vilket kan ge en negativ uppfattning och minska människors bruk av platserna (Jansson et.al., 2013).

För att säkerställa biofiltrets funktion och garantera en lång livslängd krävs en regelbunden kontroll av inlopp, utlopp, bräddavlopp och avvattningssystemet. Om biofiltret visar antydan till erosion bör det åtgärdas omedelbart. Skräp, sediment och växtrester riskerar att täppa till biofiltrets inlopp och avvattningssystem och behöver därför rensas regelbundet (Lindfors et.al., 2014). Vegetationen i biofiltret sköts på samma sätt som en vanlig plantering vad gäller till exempel ogrärensning och beskärning. Likaså krävs en etableringsskötsel med stödbevattning och ogrärensning på samma sätt som i vanliga planteringar (ibid.).

Räkna på regn

Att räkna på regn är inte lätt och det är många faktorer som spelar in (Svenskt Vatten, 2016 a). För att kunna dimensionera ledningar och andra tekniska lösningar så att de kan ta hand om en viss volym vatten behöver man veta dagvattenavrinningens storlek. Storleken på ett dagvattenavrinningen bestäms av;

- Intensiteten och varaktigheten på regnet
- Avrinningsområdets egenskaper (lutning, storlek, typ av material)
- Avdunstning

Eftersom regnstatistik baseras på historisk nederbördsdata behöver man lägga på en så kallad klimatfaktor på regnintensiteten vid dimensionering av nya dagvattenanläggningar. Baserat på kunskapsläget 2015 rekommenderas att en klimatfaktor på minst 1,25 bör användas för nederbörd med kortare varaktighet än en timme. För regn med längre varaktighet, upp till ett dygn, bör klimatfaktorn väljas till minst 1,2. Bedömningarna görs av Sveriges Meteorologiska och Hydrologiska Institut, SMHI, och kan hela tiden komma att ändras. Vid anläggning av nya dagvattensystem skall de i centrumbebyggelse vara dimensionerade för minst ett 30-årsregn (Svenskt Vatten, 2016 a).

Hur stor del av det regn som faller som sedan faktiskt bidrar till dagvattenavrinningen varierar beroende på avrinningsområdets egenskaper (Lindström, V., 2013). En asfaltsyta har till exempel en högre avrinning än vad en grusyta har. För att få med detta i ekvationen används en så kallad avrinningskoefficient.

Avrinningskoefficienten anger hur stor del av en yta som bidrar med ytavrinning där 1 innebär att allt regn som faller på ytan kommer att bidra till ytavrinning (till exempel ett tak) och 0 innebär att inget regn kommer att bidra till ytavrinningen (till exempel en plantering där vattnet kan infiltrera) (ibid.).

Sammanfattning litteraturgenomgång

Den hydrologiska cykeln, vattnets kretslopp, pågår konstant på alla platser och i alla skalor. Det som händer i staden när marken hårdgörs och allt mer grönytor försvinner, är att den naturliga vattencykeln bryts. Vattnet har inte längre möjlighet att infiltrera och perkolera ner i marken eller tas upp av växter genom interception i lika hög grad, och vattnet måste då tas om hand på ett konstruerat sätt. Detta sätt kallas dagvattensystemet.

Det förändrade klimatet leder till ökad nederbörd och riskerar att översvämma städer både genom kraftiga skyfall men också från ökade vattennivåer i hav, sjöar och vattendrag. I dagens urbanisering och förtätning är det av stor vikt att se till att de gröna ytorna i staden inte tas bort och alltid får ge vika för det hårdgjorda. Det gröna har en viktig inverkan på oss människor, på vår hälsa och välmående. Gröna element i staden måste värderas högre och ett sätt att göra det på är att se till ekosystemtjänster.

Utvecklingen av dagvattensystemet har sett till stora förändringar under de senaste 50 åren. Numera ser man till helheten och hur vattnet kan användas som en resurs i utformandet av våra städer. En hållbar dagvattenhantering ser både till kvantitet, kvalitet och gestaltning, alltså helheten. Konceptet att sätta in åtgärder på flera ställen i dagvattenavrinningen och skapa en sammanlänkande process kallas dagvattenkedjan. Peter Stahre (2004) delar in åtgärder för hållbar dagvattenhantering i fyra kategorier, sett till var i dagvattenkedjan åtgärderna görs; Lokalt omhändertagande, Fördröjning nära källan, Trög avledning och Samlad fördröjning.

Biofilter är ett samlingsnamn för dagvattenanläggningar som använder växtlighet för att hantera kvalitén och kvantiteten av vatten inom ett landskap. Biofilter har flertalet positiva funktioner såsom rening, fördröjning, estetik och pedagogik, men de genererar också en mängd värdefulla ekosystemtjänster genom sitt användande av gröna och blå miljöer. Exempel på biofilterlösningar är regnbäddar, svackdiken och dagvattendammar.

Biofilter kombinerar dagvattenåtgärder med växtlighet och leder på så sätt till att öka stadens grönstruktur vilket är bra för den biologiska mångfalden. Att välja växter till ett biofilter är svårt då ståndorten i ett biofilter pendlar mellan att vara torrt till att vara helt vattenmättat. Det finns heller inte mycket nationell litteratur som behandlar just växter i biofilter för svenska förhållande.

Biofilter byggs vanligtvis upp av följande komponenter; inlopp, erosionsskydd, fördröjningszon, bräddavlopp, filtermaterial, dräneringslager, materialavskiljande lager och ett avvattningsystem. Jordens sammansättning i växtbädden bestämmer infiltrationshastigheten. En jord med hög lerhalt ger långsam infiltration och en sandig jord ger snabb infiltration. Biofilter kräver en kontinuerlig skötsel och underhåll av både inlopp, utlopp, bräddavlopp, avvattninssystem och vegetation. Vid dimensionering av biofilter behöver man se till många aspekter. Storleken på dagvattenavrinningen bestäms av intensiteten och varaktigheten på regnet, avrinningområdets egenskaper (lutning, storlek, typ av material), avrinningskoefficient och avdunstning samt ett tillägg av så kallad klimatfaktor som idag rekommenderas till 1,2 - 1,25 beroende på vilken varaktighet på regn man räknar med.

Slutsatser

Litteraturen har visat att dagvattenhantering i staden är en komplex fråga. Det handlar om att se till markförhållanden på plats, se till problemet i större skala och att hitta den lösning som passar bäst för den aktuella platsen vad gäller storlek, dimensionering och utseende. Nedan anges kortfattat de slutsatser jag tar med mig ifrån litteraturstudien:

1. Mer grönt än grått!

Genom att byta ut gråa hårdgjorda ytor mot gröna ytor med vegetation förbättras inte bara dagvattenhanteringen utan det kan även hjälpa till att öka den biologiska mångfalden i staden och erbjuda rekreation för människorna som bor där.

2. Mångfunktionalitet

Nya dagvattenåtgärder bör inte planeras endast utifrån förmågan att hantera dagvatten. Det är viktigt att även se vattnet som en resurs som kan bidra med estetiska och biologiska värden. Genom att använd vattnet som en av flera aspekter i utformningen av platser kan man få plats med många funktioner på samma yta.

3. Principer för utformning:

Då mitt arbetsområde är högt upp i avrinningsområdet kommer följande principer för utformning av dagvattenlösningar bli aktuella för mitt arbete:

Lokalt omhändertagande

Fördröjning nära källan

Trög avledning

4. Den tekniska utformningen

De tre utformningarna som jag kommer använda i detta arbete är:

Svackdiken

Regnbäddar

Dagvattendammar

5. Markförhållanden

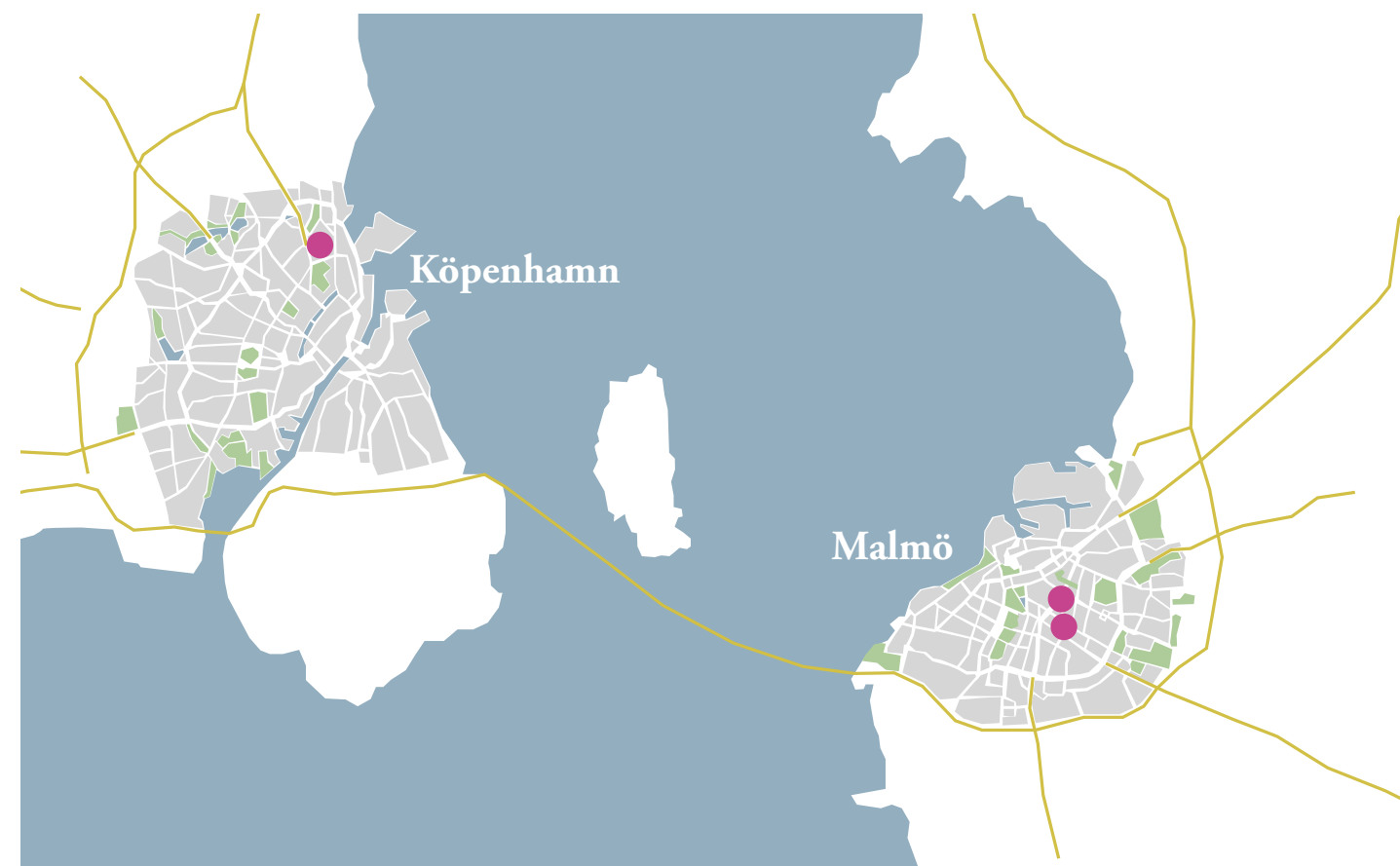
Platsens markförhållanden avgör vilken typ av konstruktion biofiltret bör ha. Antingen tillåts vattnet att infiltrera eller utformas biofiltret med en tät botten och en dräneringsledning inkopplad.

6. Vegetation

Växter som klarar av varierande ståndortsförhållanden bör väljas. En variation av vegetation gynnar den biologiska mångfalden.

7. Dimensionering

Vid dimensionsering av biofilter behöver man se till intensiteten och varaktigheten på regn, avrinningsområdet och dess avrinningskoefficient, avdunstning samt lägga på en klimatfaktor.



Figur 8. Malmö och Köpenhamn på varsin sida Öresund med referensprojektens lägen markerade. Av Elin Linde.

Referensprojekt

Under arbetets gång har jag besökt tre projekt där man på olika sätt har jobbat med öppen dagvattenhantering. Detta för att ge mig inspiration och kunskaper (do's and don'ts) om öppen dagvattenhantering. Jag har i vissa projekt fått kontakt med personer som på något sätt varit involverade och kunnat ställa ytterligare frågor. Intervjuerna har byggts upp som samtal med utgångspunkt i de frågor jag haft funderingar kring.

De tre projekten handlar om dagvattenåtgärder utförda i befintlig bebyggelse vilket gör att de passar bra in på

mitt arbete. Projekten har även valts på grund av dess läge i Öresund (Malmö och Köpenhamn), det har varit lätt för mig att besöka platserna. Ett projekt är äldre än de andra, vilket har lett till intressanta jämförelser.

Projekten redovisas utifrån den fakta jag samlat in genom påläsning och intervjuer. Jag redogör även för mina egna observationer på plats. Projekten presenteras i både text och bild. Kapitlet avslutas med en jämförelse av de tre referensprojekten och de slutsatser jag valt att ta med mig vidare till gestaltungsdelens presenteras.

Projektnamn: Tåsinge Plads
Plats: Østerbro, Köpenhamn, Danmark
Datum platsbesök: 2017-05-11
Utformning: GHB landskabsarkitekter

Tåsinge Plads, Østerbro

Tåsinge Plads är det första delprojektet att färdigställas inom det stora projektet Klimakvarter i Østerbro, Köpenhamn (Klimakvarter, 2018 a). Jag besökte platsen en regnig dag den 11:e maj 2017.

Klimakvarter, och likaså Tåsinge Plads, har fått stor uppmärksamhet både nationellt och internationellt och det finns mycket information om projektet på nätet, i både text och film. Jag har även haft kontakt med Torkil Lauesen, projektledare för 'Områdefornyelsen Skt. Kjelds Kvarter', för ytterligare frågor.

.....

Tåsinge Plads är ett klimatanpassat stadsrum där flera typer av dagvattenåtgärder har använts. Utformningen är anpassad för att både kunna ta hand om vanligt regn men även de extrema mängder som kommer vid skyfall. Klimatanpassningen syftar till att kontrollera och behålla så mycket som möjligt av det regnvatten som faller runt torget (Klimakvarter, 2018 a). På Tåsinge Plads har 1000m² oanvänd asfalt omvandlats till vild urban natur. Sammantaget kan Tåsinge Plads fördröja och perkolera regnvatten från ett område på 4300m² (ibid.).

Beroende på vilken källa vattnet kommer ifrån behandlas det olika. Längs vägen ligger regnbäddar som tar hand om vägvattnet. På grund av föroreningsrisken (salt) tillåts inte vattnet att infiltrera, utan det förs

vidare i ett separat system ut i hamnen. Den centrala grönytan, kallad 'Regnskoven', består utav tre sänkor som stegvis blir djupare och som succesivt kan fyllas upp med dagvatten. Här tillåts vattnet att infiltrera i marken. Stuprören från omgivande byggnaders tak har kopplats ifrån dagvattenssystemet och vattnet leds istället ner och under vägen och in i en stor tank under torgytan där det renas för att sedan kunna pumpas upp och användas till lek. (Lindsay, R., 2016; Klimakvarter, 2018 b). Ett mindre torg har skapats framför de lokaler som finns på bottenvåningen längs Ourøgade, och i omgestaltningen har även den pedagogiska aspekten av biofilter tagits upp med förklarande skyltar, vattenpumpar och lekskulpturer som förklarar vattnets naturliga cykel (Lindsay, R., 2016).

Tåsinge Plads har genomgått en omfattande förändring. Från att tidigare ha varit en liten, föga nyttjad park med stora hårdgjorda ytor för bilparkering, så har platsen nu blivit ett lekfullt, grönt mellanrum mellan husen (Lindsay, R., 2016). Under gestaltningsarbetet har de boende i området fått medverka och komma med synpunkter och önskemål kring utformningen, vilket har gjort att de boende känner sig delaktiga och har en förståelse för platsen (ibid.). Detta har varit grundläggande för realiseringen av projektet och gör att grannarna fortsätter att vara engagerade i utvecklingen av torget (Klimakvarter, 2018 a).

Tåsinge Plads har en tydlig design där vild natur ramas in av en urban kontext. Trottoarerna dirigeras från byggnadernas entréer genom torget och delar på så sätt in platsen i mindre rum och aktivitetsplatser. Denna ram ger utrymme för vegetationen att kunna växa vilt utan att förefalla otämjd (Klimakvarter, 2018 a).

Observationer

På Tåsingen Plads har flera olika typer av åtgärder kunnat anläggas och integreras på en och samma plats. De nya vegetationsytorna infiltrerar vatten, regnbäddarna i gatan fungerar som trög avledning och de nedsänkta planteringarna fungerar som stora översvåmningsytor. Den nedsänkta 'Regnskoven' tycker jag är ett väldigt fint exempel på en översvåmningsyta som har funktionen av fördröjning nära källan. Tack vare den rika och varierande vegetationen upplevs ytan som attraktiv oberoende om de håller något synligt vatten eller inte. Gradängerna som löper runt två sidor av den nedsänkta ytan fungerar som sittplatser och platsen har på så sätt fler funktioner än att bara fungera som dagvattenreglerare, den är mångfunktionell. De nya grönytorerna skapar även en trygg distans mellan trafiken på gatan och vistelseytorna på torget. Det är tydligt att utformningen inte bara baserats på att ta hand om regnvatten, utan det är även de sociala och estetiska aspekterna som har stått i fokus.

Trottoarerna, sittgradängerna, kantstenarna och torgytan har alla väldigt fina material som passar väl till varandra och till den befintliga bebyggelsen runtomkring. Utformningen går från strikt och rak till runda och mjuka former. Trots de varierande formerna och topografi på platsen tycker jag att det finns en sammanhängande gestaltning.

I regnbäddarna längs gatorna hade mycket skräp ansamlats och vegetationen var borta på flera ställen. Vid samtal med Torkil trodde han att det kan bero på att växterna i regnbäddarna planterades med frösådd; tillskillnad från växterna i regnskogen. Där planterades växter av större kvalitet och med tätt planteringsavstånd, vilket troligtvis säkrade deras etablering.



Figur 9. Nedsänkt regnbädd väl integrerad i omgivande miljö. Gradängerna utgör trevliga sittmöjligheter. Foto: Elin Linde.



Figur 10. Pedagogiska lekskulpturer på torgytan. Foto: Elin Linde.



Figur 11. Regnbädd där den ursprungliga vegetationen försvunnit. Istället har gräs och maskrosor etablerat sig. Foto: Elin Linde



Figur 15. Kupolbrunn i regnbädd med annorlunda utformning. Foto: Elin Linde.



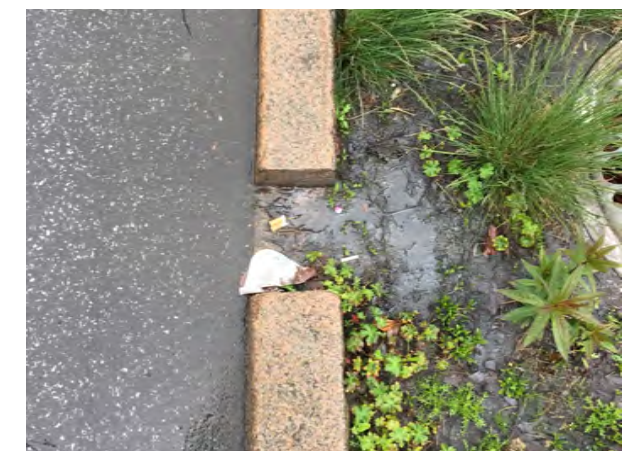
Figur 12. Möten av olika material. Foto: Elin Linde.



Figur 13. Gångbro mellan två nedsänkta regnbäddar. Foto: Elin Linde.



Figur 14. Upphöjd grönyta. Foto:Elin Linde



Figur 16. Inlopp till regnbädd där skräp har ansamlats. Foto: Elin Linde

Projektnamn: Ekostaden Augustenborg
Plats: Augustenborg, Malmö
Datum platsbesök: 2017-06-07
Utformning: Landskapsarkitektfirman
Mellanrum + boende i området

Ekostaden Augustenborg

Projektet 'Ekostaden Augustenborg' startade 1998 och är ett samarbete mellan MKB och Malmö stad. Projektet syftar till att omvandla Augustenborg till ett mer socialt, ekologiskt och ekonomiskt hållbart bostadsområde (VaSyd, u.å.).

Jag besökte Augustenborg den 7:e juni 2017. Dagarna innan mitt besök hade det varit kortare regnskurar i Malmö. Jag har inte gjort någon intervju för detta referensprojekt.

Dagvattensystemet i Augustenborg syftar till att fördröja och minska dagvattenflödet från området, där målet har varit att 70% av allt regnvatten som faller inom Augustenborg ska tas om hand och lokalt fördröjas. Området var tidigare anslutet till ett kombinerat ledningsnät och vid kraftiga regn gav detta problem med källaröversvämningar. Som lösning så valde man att bygga ett nytt, ekologiskt system där dagvattnet avleds ytligt i öppna stråk (VaSyd, u.å.). Grundidéen var att ta hand om så mycket dagvatten som möjligt nära källan och hantera allt överflödigt vatten i ett öppet dagvattensystem (Stahre, 2008).

Inom Augustenborg har en mängd olika dagvattenlösningar implementerats. Där finns öppna

kanaler av betong som fördröjer dagvattnet genom kvarteren, dammar som utgör fördröjningsvolym, översvämningsytor, svackdiken och gröna tak som har anlagts på samtliga miljöhus i området och även något bostadshus (Stahre, 2008). Vattnet från tak och andra hårdgjorda ytor samlas upp i rännor och leds vidare genom kanaler, diken, dammar och våtmarker innan det till slut rinner ut till dagvattennätet. Detta nya system med en öppen dagvattenhantering och synligt vatten har ökat områdets estetiska och ekologiska närmiljö. Fått ett tillskott. (VaSyd, u.å.).

En av de stora utmaningarna i projektet var att kombinera de olika teknikerna och samtidigt integrera dem i den befintliga bebyggelsen (Stahre, P., 2008).

Ekostaden Augustenborg har från början varit ett projekt med starkt socialt fokus. Ett viktigt delmoment i projektet har varit att involvera de boende i området, så att de fått möjlighet att påverka sin egen närmiljö (VaSyd, u.å.). Som inspirationskälla till designprocessen uppmanades invånarna att ge sina synpunkter och komma med egna idéer på hur man skulle kunna utforma ett öppet dräneringssystem inom sitt bostadsområde. Med dessa idéer som bidrag gav VaSyd ett första förslag på hur det öppna dagvattensystemet skulle kunna se ut. Designidéerna kommunicerades med invånarna för att sedan revideras och utvecklas vidare (Stahre, P., 2008).

På flera av innergårdarna i området finns dammar som alla har olika form och utseende. Dammarna har utformats i samråd med de boende i området, vilket har gjort det möjligt för dem sätta sin egen prägel på sina gårdsdamm (VaSyd, u.å.).

Observationer

Bostadsgården i Augustenborg har mycket och varierad vegetation med både stora träd, buskar och perenner, vilket ger möjlighet till infiltration och interception genom alla växter. Dagvattenrännorna transporterar takvattnet, en trög avledning, i olika steg ända ner till dammen som då blir en slags lokal fördröjning. Vattnet framhävs på gården och är synligt från det att det rinner ut från stuprören tills dess det rinner ner i dammen, vilket är estetiskt tilltalande men även är bra för den biologiska mångfalden.

Ytvattenrännor är dock väldigt framhävande och tydliga, och de hade enligt mig kunnat smälta in mer i omgivningen. Materialvalen består till stor del av betong, vilket åldras och kan efter ett antal år se slitet ut. Det har även börjat gå sönder på vissa ställen. Materialen är även enligt mig litet osammanhängande. Betongsten har använts till gångytor och kanter, blandat med både varmförzinkat stål och cortenstål.

Vid tillfället för mitt besök var det ingen människa som var ute på bostadsgården. Detta kan bero på att jag besökte platsen mitt på dagen när de flesta människor befinner sig på sina jobb. Något jag reflekterade över var att det fanns väldigt få sittplatser på gården, och att den överlag inte hade så mycket funktioner. Den kändes inte inbjudande till att användas, mer som något att titta på. Dammen är ett fint inslag, men den tar mycket plats i anspråk. Kanske hade det varit mer passande att anlägga en dagvattenåtgärd som är mer yteffektiv. Jag observerade även att husen inte hade några entréer direkt ifrån gården. Detta kan upplevas som ett hinder att ta sig ut för de boende.



Figur 17. Exempel på utformning av vattenutkastare.
Foto: Elin Linde.



Figur 18. Cirkulär korsning av rännalar där löv har ansamlats. Kanterna har börjat släppa och falla isär.
Foto: Elin Linde.



Figur 21. Öppen ränna med stående vatten. Foto: Elin Linde.



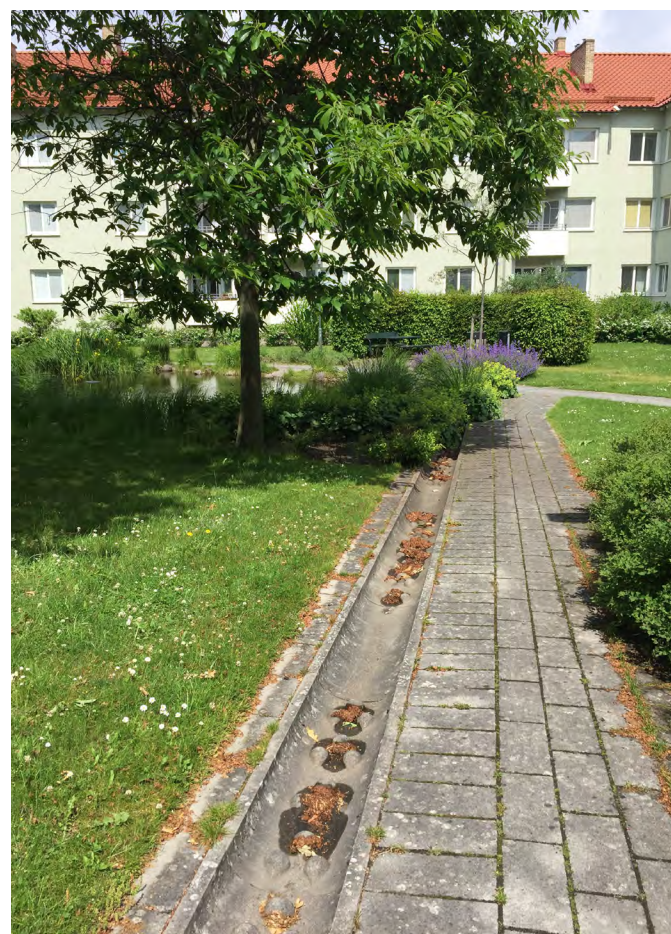
Figur 19. Varierad vegetation på bostadsgården. Foto: Elin Linde.



Figur 22. Rännal som har täckts med gallerduk över gångväg. Foto: Elin Linde.



Figur 20. Öppen dagvattendamm på bostadsgården. Foto: Elin Linde



Figur 23. Rännal som leder ner mot dammen. Foto: Elin Linde.



Figur 24. Rännal som slutar med utlopp till dammen. Både löv och skräp har samlats i slutet av rännan. Foto: Elin Linde.

Projektnamn: Regnbäddar Monbijougatan
Plats: Monbijougatan, Malmö
Datum platsbesök: 2017-03-30 & 2017-08-26
Utformning: Tyréns & Gatukontoret Malmö Stad

Regnbäddar Monbijougatan

Regnbäddarna på Monbijougatan stod klara 2015.

Jag besökte regnbäddarna på Monbijougatan den 30:e mars och den 26:e september 2017. Jag har haft kontakt med Karin Nilsson på Gatukontoret för att ställa frågor om projektet, och fått hjälp med svar på frågor och växtlista.

.....

I samband med en intilliggande ny-exploatering av bostadshus sågs en möjlighet att få ett grönt gaturum och samtidigt använda dagvattnet som en resurs. Området hade tidigare haft problem med källaröversvämningar och då det inte fanns några va-ledningar i gatan och utrymmet var brett så valde kommunen att implementera öppen dagvattenhantering. (Nilsson, K. 2017). Gatan var tidigare del av en större grusparkering, men håller nu plats för fem stora regnbäddar med riklig vegetation av både träd, perenner och gräs (ibid.).

Regnbäddarna på Monbijougatan samlar upp och fördröjer dagvattnet från gata och trottoar, och avlastar på så sätt avloppsnätet (Christoffersson, T., 2015). Utgångspunkten för projektet var att färdigställa gatan i samband med en intilliggande ny-exploatering av bostadshus. Regnbäddarna är av en typ kallad Curb-Cut, och ligger infällda i gatan vilket minskar gatans bredd. Regnbäddarna är omgärdade med kantsten på

alla sidor. Inloppen är enkelt utformade som släpp i kantstenen. Dessa inlopp har dock inte visat sig vara helt effektiva att få vattnet att rinna in i regnbäddarna, utan vid höga flöden är det mycket vatten som far förbi. Regnbäddarna har ett bräddavlopp kopplat till dagvattennätet ifall de skulle svämma över. Detta är en säkerhetsåtgärd som kommunen alltid har vid sina anläggningar (Nilsson, K. 2017). Växtbäddarna är anlagda med två olika sorters uppbyggnader. Detta för att kunna testa och jämföra resultatet inför framtida projekt. Utvärdering av projektet pågår (ibid.).

Anläggandet av regnbäddarna har tagit bort möjligheten till parkering på gatan vilket begränsar trafiken. Själva utformningen av regnbäddarna och deras placering i gatan gör att de fungerar hastighetsdämpande, vilket ökar tryggheten för eleverna på skolan som ligger alldeles intill (Christoffersson, T., 2015). Resultatet av ombyggnaden blev ett grönt och trafiksäkert gaturum (Nilsson, K. 2017).

Vegetationen består av exotiskt växtmaterial och är vald för att klara de extrema förhållandena som varierar alltifrån helt uttorkat till att stå dränkt i vatten. Då vattnet som avleds till regnbäddarna kommer ifrån gatan är växterna även valda för att tåla eventuellt vägsalt som kommer med vattnet (Christoffersson, T., 2015). Från början planterades regnbäddarna med en blandad gräs- och örtvegetation, men på grund av den extremt torras ståndorten så har vissa arter haft lättare att överleva och konkurrerat ut de andra. Samtidigt så skönts regnbäddarna som vanliga perennrabatter, vilket betyder att de har en lägre skötselnivå. Detta har lett till att randgräset har tagit över i anläggningen (Nilsson, K. 2017).

Observationer

Vid mitt första besök hade det varit ihållande regn i stort sett hela dagen och regnbäddarna fick då visa sin funktion. Dock såg det ut som att en hel del av vattnet inte rann ner i inloppen utan fortsatte rinna längs kantstenen och ner till en dagvattenbrunn i slutet av gatan. Vid samtal med Karin visade det sig att detta hade varit en stor utmaning vid utformandet av regnbäddarna, att få vattnet att rinna in i bäddarna. När det regnar mycket och vattnet har en högre hastighet så rinner det helt enkelt förbi inloppen. Det hade varit möjligt att koppla dagvattenbrunnen i slutet av gatan in till regnbädden, men detta gjordes inte vid byggnationen. Här hade en annan utformning av inloppen behövts. Med regnet hade det åkt med en hel del skräp som samlats vid inloppen i regnbäddarna. Kanske hade en annan utformning av inloppen kunnat hindra skräpet från att åka så långt in i regnbäddarna, och gjort det enklare att rensa.

Regnbäddarna ger ett välbehövligt grönt tillskott i det stora gaturummet. Träden bidrar med en höjd och hjälper till att bryta ner skalan i gaturummet. Då gatan inte håller några parkeringsplatser har regnbäddarna kunnats göra stora. Vegetationen ökar det estetiska uttrycket av gaturummet.

Till synes är det idag svårt att se att det finns mer än en sort i markvegetationen, och enligt mig gör det inget att randgräset har tagit över och konkurrerat ut de andra örterna och perennerna. Till utseendet är det en frodig och grön plantering och det har inte blivit några luckor och öppen jord i planteringarna. Det är fint att även barrväxter har använts. De kommer tillsammans med gräset att ge ett stort prydnadsvärde även under vinterhalvåret.



Figur 25. Regnbäddarna har fått ta plats från gatans ursprungliga bredd och fungerar som en hastighetssänkande åkerhetsåtgärd. Foto: Elin Linde.



Figur 26. Användandet av gräs och barrträd gör planteringarna attraktiva året om. Foto: Elin Linde



Figur 27. Ett släpp i kantstenen blir inlopp från gatan till regnbädden. Foto: Elin Linde.



Figur 28. Inlopp från trottoaren är utformade genom ett enkelt släpp i kantstenen. Smågatsten fungerar som erosionsskydd. Foto: Elin Linde



Figur 29. Dagvattenbrunnen i slutet av gatan fångar upp det vatten som inte åker in i regnbäddarna. Foto: Elin Linde.



Figur 30. Randgräset har tagit över planteringen och är i princip den enda perenn som går att urskilja. Foto: Elin Linde.

Jämförelse av referensprojekten

Genom att besöka referensprojekten har jag fått viktiga lärdomar och insikter kring öppen dagvattenhantering. Att se saker på plats i verkligheten har varit väldigt givande för mig då jag tycker att det både kompletterar och hjälper till att förankra den kunskapen jag lärt mig i litteraturen. Samtidigt har det väckt flera frågor och tankar som jag inte haft tidigare.

Projekten berör dagvattenhantering i bebyggd miljö. De har flera likheter men också stora skillnader, framförallt sett till kontext, storlek och estetisk utformning. De tre projekten är alla olika typer av stadsrum, vilket innebär att de i sin omgestaltning har haft olika krav. En gata ska fortsätta ha funktionen av att vara körbar och ha tillräcklig bredd, medan ett torg, park och en bostadsgård bör ha användbara ytor med plats för vistelse och lek. Projekten har även haft olika möjligheter till klimatanpassning utifrån hur stor plats som funnit att tillgå. Bostadsgården i Augustenborg är minst till ytan, medan både Tåsinge Plads och Monbijougatan från början hade stora överdimensionerade asfaltsytor - vilket gett större möjlighet till ombyggnad.

Augustenborg är det äldsta projektet av de tre. Där består de hårdgjorda materialen i utemiljön till stor del av betongsten. På Tåsinge Plads har istället natursten av olika slag använts i stor utsträckning. Dessa material åldras på olika sätt. Natursten är ett mer hållbart och slitstarkt material som kan åldras på ett vackert sätt, medan betongsten slits och åldras snabbare och det får inte samma patina som en natursten kan få. Augustenborg ser idag slitet ut och flera delar i utemiljön har gått sönder. Tåsinge Plads är relativt nyanlagt och har därför inget slitage än, men man kan

anta att det med tiden kommer att behålla mer av sitt ursprungliga utseende, beroende på val av material.

Principerna för dagvattenhantering som använts är i stort sett samma för alla projekten, oavsett ålder. Både på Tåsinge Plads och i Augustenborg har man arbetat med trög avledning och fördröjning nära källan, vilket även stämmer in på regnbäddarna på Monbijougatan. Själva designen och det estetiska uttrycket har däremot utvecklats och speglar sin tid, men det är samma grundprinciper för dagvattenhanteing som använts.

I alla anläggningar där vattnet får rinna och avledas öppet så tenderar det att dra med sig skräp och förna, vilket ger ett skräpigt intryck. Detta blev tydligt i alla projekten, både i regnbäddarna längs gatan på Tåsinge Plads, de öppna dagvattenrännorna i Augustenborg och vid inloppen till regnbäddarna på Monbijougatan. Detta väcker frågan kring skötsel, och det visar även på den större komplexiteten i frågan. Efter att vi som landskapsarkitekter har ritat och planerat, är det någon annan som bygger och sedan en tredje som ska ta hand om skötseln och förvaltningen. Det behövs kunniga personer i alla led, tydlig kommunikation kring önskat slutresultat och att rätt skötselåtgärder sätts in i rätt tid. Som landskapsarkitekt kan man påverka genom att rita anläggningar som kräver mer eller mindre skötsel. Det är naturligt att växter dör eller konkurreras ut, men beroende på vilket uttryck som önskas så måste även skötselnivån anpassas till detta. Exempelvis randgräset på Monbijougatan som till stor del konkurrerat ut de andra perennerna, men där det ändå ser bra ut och kan tillåtas på denna plats, på grund av typen av plantering och vegetation.

Alla projekt har haft en hög medvetenhet och

ambitionsnivå gällande dagvattnen. Dagvattnet används i alla projekt som en bärande del i gestaltningen, men projekten har även gett stora ekologiska och sociala mervärden. På Tåsinge plads som tidigare var en hårdgjord trafikyta, har nu blivit ett levande stadsrum för vistelse för olika åldrar. Där finns till exempel lek- och sittmöjligheter, en varierad grönska och topografi. Bostadsgården i Augustenborg har en varierad grönska och synligt vatten vilket ger rekreativa värden för de boende och ekologiska värden för djurlivet. På Monbijougatan har de nya regnbäddarna givit ny grönska till gaturummet och sänker även hastigheten på trafiken. Detta ger ett säkrare, tryggare och ett mer trivsamt gaturum att passera igenom.

Slutsatser

Nedan anges kortfattat de slutsatser jag tar med mig ifrån studien av referensprojekt:

1. Materialitet

Val av material är en viktig del för hur platsen kommer att uppfattas. Åldrandet och slitage av material bör beaktas. Det bör vara genomtänkt och sammanhängande.

2. Skötsel

Det är viktigt att redan i gestaltningen ha i åtanke om vilken skötsel som kommer finnas tillgänglig och hur detta på längre sikt kan komma att påverka platsens utseende.

3. Växtlighet

En varierande växtlighet är bra för den biologiska mångfalden. Vintergröna växter ger estetiska värden även på vinterhalvåret då mycket annat är nedvisset och utan löv.

4. Mervärden

Alla tre referensprojekt har lyckats bringa mervärden till sina platser, både ekologiska (större biologisk mångfald, växter som lockar bin och ger föda till fåglar) och sociala (rekreation, lekmöjligheter, sittplatser).

4.

Tre gestaltningsförslag i Rönneholm

Kapitel fyra inleds med en introduktion om dagvattensituationen i Malmö, hur kommunen jobbar med klimatanpassningsåtgärder och de lokala förutsättningarna i stadsdelen Rönneholm presenteras, som är mitt case. Därefter följer en kort redogörelse över mina ställningstaganden kring gestaltningsförslagen och min arbetsmetod.

Förslagen presenteras ett och ett, genom inventering, analys och gestaltningsförslag med illustrationer och foton. Till varje förslag följer en enkel uträkning kring biofiltrens kapacitet och ett förslag på växter som kan passa i föreslaget biofilter presenteras.

“Öppna dagvattenanläggningar ska vara en integrerad och naturlig del av stadsmiljön med en gestaltning som tar hänsyn till såväl funktion som biologisk mångfald, estetik och säkerhet”

- (Malmö Stad, 2017, s.40)

Bakgrund Malmö

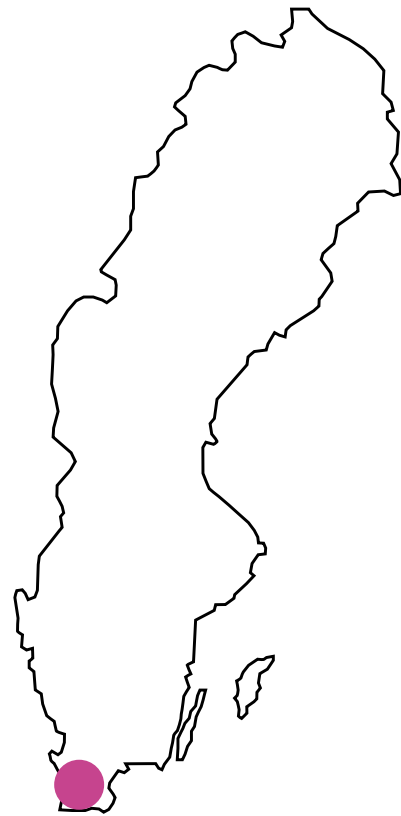
Malmö ligger i sydvästra Skåne, längs med Öresund. Malmö har en genomsnittlig årsnederbörd på 602mm (SMHI, 2018 b). Den största delen av marken i Malmö består av täta moränleror som inte lämpar sig för infiltration eller perkolation (Malmö Stad, 2008). Det platta landskapet i och kring Malmö ger även svårigheter i att få till avrinningsstråk. Vid många exploateringar krävs det därför någon form av markmodellering för att dagvattnet ska rinna åt rätt håll och inte riskera att skada andra närliggande fastigheter. (ibid.)

Malmö dagvattensystem

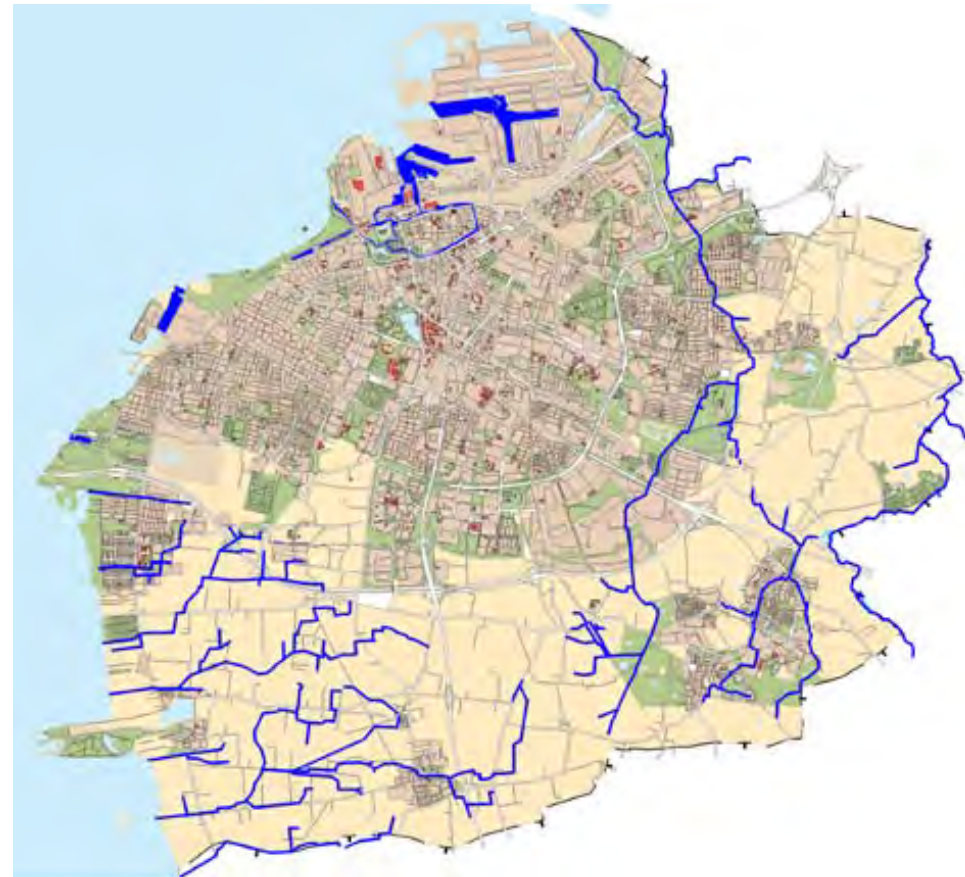
Malmö har en stor andel kombinerat ledningsnät, där spillvatten (avloppsvatten) och dagvatten (regnvatten) avleds i samma ledning. Sedan 1960-talet har separerade system byggts (VASYD, 2016), och Malmö stad jobbar nu tillsammans med VaSyd med att succesivt byta ut det gamla ledningsnätet. Men det finns områden i staden som är i princip omöjliga att bygga om. Gamla stadsdelar och områden med höga kulturhistoriska värden, som till exempel i Gamla Stan, är känsliga för ombyggnationer och i vissa fall kan det helt enkelt vara för dyrt. Detta leder till att även om ett område byggs om och anläggs med separerade system så kan det avledas genom ett annat område som fortfarande har kombinerade system, vilket gör att problemet med varierande flöden och risk för översvämning kvarstår (Hall, K., 2017).

Malmö recipienter

Runt omkring Malmö finns det flera olika recipienter som tar emot Malmö dagvatten (Malmö Stad, 2008). Spillvatten leds till Sjölunda reningsverk och dagvattnet



Figur 31. Malmö läge i Sverige.
Av: Elin Linde

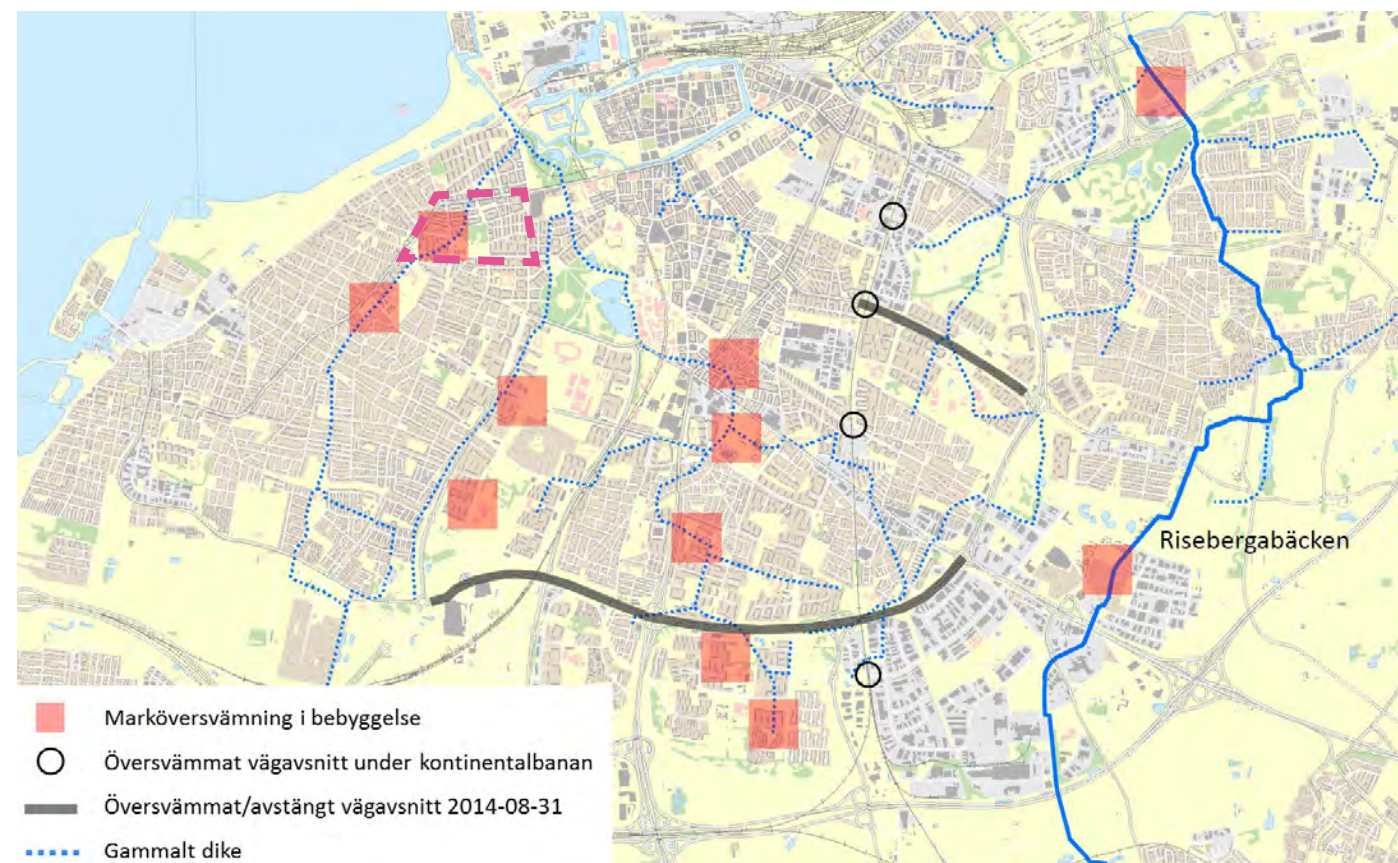


Figur 32. Karta över Malmö större recipienter som tar emot dagvatten. Källa: Dagvattenstrategi för Malmö, 2008.

leds ut i Risebergabäcken, Sege kanal, Östra hamnen, Turbin- och Parkkanalen och Limhamns hamn och sundet utanför Ön (VASYD, 2016).

Vid kraftiga regn och skyfall sker en så kallad bräddning. Detta är en systemfunktion för att minska trycket på avloppsvattnet och på så sätt skydda lågt belägna källare från översvämningar och undvika överbelastning på reningsverk och pumpstationer. Bräddning innebär att utspätt avloppsvatten släpps ut till närliggande vattendrag (VASYD, 2016).

Då det i Malmö stadskärna finns en mängd kombinerade avloppssystem som har en väldigt begränsad kapacitet så har dagvattenhanteringen i Malmö under det senaste decenniet framförallt fokuserat på fördröjningsåtgärder (Malmö Stad, 2008). Fördröjningsåtgärderna syftar även till att skydda och minska flödet till recipienterna. Stora delar av östra Malmö har Risebergabäcken som recipient och den är redan hårt belastad och har en begränsad kapacitet (ibid.).



Figur 33. Kartan visar områden som tidigare drabbats av marköversvämningar samt lägesanvisning för gamla diken. Stadsdelen Rönneholm är markerad. Källa: Skyfallsplan för Malmö, 2016.

Skyfallsplan för Malmö

Malmö stad har under de senaste tio åren drabbats av ett antal hårda skyfall med kostsamma översvämningar som följd (Malmö Stad, 2016). Senast var 2014 då 120 mm regn föll på 6 timmar över centrala Malmö, vilket är den enskilt största nederbördstillfället i Malmö sedan mätningarna startade i slutet på 1800-talet. Ovädret orsakade materiella skador och gav allvarliga konsekvenser för bebyggelse och infrastruktur (ibid.). För att samla och samordna planeringen kring extrema väderhändelser har Malmö Stad tillsammans med

VaSyd under hösten 2016 tagit fram en så kallad Skyfallsplan, som sedan antogs av Tekniska nämnden i januari 2017. Skyfallsplanen behandlar regn som inte kan hanteras av dagvattenssystemet och som innebär risker för liv, störningar på samhällsviktig verksamhet, allvarliga personella och materiella skador och skador på miljön. Målet med skyfallsplanen är att Malmö ska få en ökad motståndskraft mot konsekvenserna av skyfall (Malmö stad, 2016).

I Skyfallsplanen konstateras att det behövs

en kombination av flera lösningar längs hela dagvattenkedjan, både stora som små, för att Malmö ska kunna hantera skyfall. Åtgärderna kan till viss utsträckning genomföras på allmän platsmark, men det finns en problematik i att kommunen (och VASYD) inte kan kräva att även fastighetsägare gör åtgärder på sin mark, då hela 70% av Malmös totala yta är privat kvartersmark. Det krävs alltså att även privata markägare involveras i arbetet med att klimatsäkra staden (Malmö stad, 2016).

Genom att kartlägga effekter av de senaste skyfall som drabbat Malmö kan man få en förvarning om var staden är som mest sårbar. Man ska dock komma ihåg att ett regn ofta fördelar sig väldigt ojämnt över en stad, och att enbart titta på tidigare översvämningar inte nödvändigtvis täcker in alla sårbara områden. Därför bör en sådan sårbarhetsanalys även göras utifrån teoretiska beräkningar av hur vattnet faller och fördelar sig; både i ledningsnätet och på markytan för att se hur vattnet rinner, och var det riskerar att bli stillastående och med vilket djup.

I Malmös fall så framträder ett mönster där de största skadorna på grund av översvämningar koncentreras till platser längs huvudledningarna för det underjordiska avloppssystemet, se bild till vänster. Detta kan förklaras med att ledningarna ligger i sträckningar som tidigare har varit de naturliga flödesvägarna och diken i landskapet, men som med tiden har fyllts igen och kulverterats, allt som staden har växt. Men de är fortsatt naturliga lågpunkter i landskapet, vilket gör dem sårbara när skyfallen kommer.

Ett av dessa områden är Rönneholm som jag har valt att arbeta med i mitt gestaltungsforslag.



Figur 34. Utsnitt ur Malmö Stads Markavrinningsmodell. Kartan visar konsekvenserna av marköversvämningar vid ett simulerat 100-årsregn. Källa: Skyfallsplan för Malmö, 2016.

Dagvattensituationen i Rönneholm

Rönneholm har tidigare drabbats av marköversvämningar med allvarliga konsekvenser som följd. Området ligger utmed ett av de gamla diken som tidigare avvattnade marken, medan det idag går (sedan 1940-talet) huvudledningar för transport av Malmös dag- och spillvatten.

Teoretiska beräkningar över konsekvenserna av marköversvämningar för Malmö har gjorts, med en simulering för ett 100-årsregn. Stora delar av Rönneholm (framförallt gatorna) har då beräknats få ett maxdjup på ca 0,5 m (Malmö stad, 2016).

I Rönneholm har det varit problem med både översvämning av källare och marköversvämningar på gator. (Sebty, L., 2017)

Dagvattnet i Rönneholm avleds i gatubrunnar och takvattnet leds direkt ner i dagvattensystemet. Området är ett så kallat icke-verksam Duplikatsystem, vilket betyder att de flesta ledningarna i gatorna är separerade, men att vattnet sedan rinner vidare in i områden med kombinerade ledningar. VaSyd jobbar därför främst med att koppla bort belastningen av dagvatten från det kombinerade systemet (Sebty, L., 2017).

Rönneholm

Stadsdelen Rönneholm ligger i nordvästra Malmö, och ramas in av Regementsgatan, Erikslustvägen, Köpenhamnsvägen och Mariedalsvägen. Bebyggelsen är blandad och kommer ifrån fler olika epoker, men består till största del av flerfamiljshus på ca 5 vån. Området har breda gator som på de flesta ställen även kantas av långsgående parkeringar.

Rönneholm har närhet till både Pildammsparken och Kungsparken. Inom stadsdelen finns en stor park, Rönneholmsparken. Området håller även flera mindre inslag av grönska. Här finns en del mindre parker eller gröningar som är mindre än 5 ha, och bostadsgårdarna är ofta grästäckta med blandad vegetation, stora träd och buskar.

Rönneholm har som tidigare presenterats varit drabbat av översvämningar, vilket gör det till ett relevant område för att testa mina samlade kunskaper. Min intention är inte att lösa dagvattenhanteringen för hela området, utan mitt fokus ligger på att undersöka hur outnyttjade ytor kan omgestaltas för att nå en ökad användbarhet och estetik, samtidigt som dagvattenhantering förbättras lokalt.

Jag har inför mitt gestaltungsarbete gjort flera platsbesök i Rönneholm och identifierat tre platser som stämmer in på mina intentioner i detta arbete. Platserna håller relativt stora outnyttjade ytor och har få funktioner. De valda områdena ligger i nära anslutning till flera gröna element utpekade i Malmö översiktsplan för grönska och gröna stråk (Malmö Stad, 2018). Genom tillägg av nya och uppgradering av befintliga gröna element kan de stärka varandra och skapa en starkare koppling inom området. Malmö



Figur 35. Stadsdelen Rönneholm med befintlig grönsstruktur. Platserna för de tre gestaltungsområdena är markerade. Av Elin Linde.

Stad har även som ambition att ingen malmöbo ska ha längre än 300 meter till närmaste park, torg eller naturområde. (ibid.).

Jag har valt att arbeta med tre platser som alla har olika kontext; en bostadsgård, en gata och en park. Platsernas skilda kontexter gör att de i en omgestaltning har olika behov och kräver olika funktioner. Gemensamt för

platserna är att de idag har en enkel utformning och enligt mig en låg funktionalitet.



Gestaltungsnycklar

Målet med mitt arbete har varit att se hur befintlig bebyggelse kan omgestaltas med fokus på att skapa en bättre dagvattenhantering samtidigt som aspekterna användbarhet och estetik förbättras. Slutsatserna från min litteraturundersökning och min studie av referensprojekt har jag här satt samman i ett antal "gestaltungsnycklar". Då detta är ett examensarbete och jag inte har någon riktig beställare med krav och önskemål så har gestaltungsnycklarna fått bli mina riktlinjer i gestaltningsarna, mitt program.

Nycklarna är: 'Princip för dagvattenanläggningar', 'Markförhållanden', 'Skötsel', 'Växtlighet', 'Användbarhet', 'Rekreation' och 'Dimensionering'

PRINCIP FÖR DAGVATTENANLÄGGNINGAR
Då de tre platserna för mina gestaltungsförslag ligger inne i en tät kvartersstruktur och högt upp i dagvattensystemet är det främst principerna 'Fördröjning nära källan' samt 'Trög avledning' som är aktuella för mig att applicera.

Exempel på tekniska lösningar som är möjliga är exempelvis svackdiken, tillfälliga över-svämningssytor, fördröjningsdammar och regnbäddar.

MARKFÖRHÅLLANDEN
Markförhållandena på platsen är en avgörande aspekt för vilken typ av avvattningssystem som biofiltret kan ha. I befintlig bebyggelse är det sällan att vattnet kan infiltreras rakt ner i mark utan det måste oftast tas upp av dräneringsledningar som ligger runt husbottnar.

Då Malmö till största del består av tät moränlera är marken inte passande för infiltration. Dräneringsledningar och bräddavlopp bör därför finnas till alla dagvattenanläggningar.

SKÖTSEL
Från referensprojekten blev det tydligt att skötseln av dagvattenanläggningar är en väldigt viktig aspekt. Skräp och löv som åker med vattnet vid regn ansamlas lätt i rännalar och inlopp, och anläggningen kan då snabbt få ett ovärdat uttryck och se skräpigt ut. Beroende på vald utformning och växtval kan en högre eller lägre skötselnivå krävas.

Åtgärderna jag gör bör därför inte öka platsernas skötselnivåerna allt för mycket från hur de är idag.

VÄXTLIGHET
Den pendlande ståndorten som uppstår i biofilter gör det svårt att välja växter. Ett biofilter kan beroende på uppbyggnad vara mer eller mindre vattenhållande eller dränerande, och detta är viktigt att förutspå då det har en avgörande betydelse för vilka växter som sedan kommer att klara ståndorten. Det är även viktigt att se till de olika ståndortsförhållandena som kan råda inom ett och samma biofilter. Om dagvatten från gata leds in i biofiltret bör växtmaterialet väljas med en viss salttolerans.

En varierande växtlighet gynnar den biologiska mångfalden. Genom att använda vintergröna växter tillkommer estetiska värden även på vinterhalvåret då mycket annat är nedvisset och utan löv.

ANVÄNDBARHET
Staden bebyggs och blir allt tätare, vilket gör att det är hög konkurrens om ytorna i staden. Dagvattenanläggningar bör därför utformas på ett mångfunktionellt sätt och innehålla flera funktioner för att stärka platsens utformning som helhet och bidra med attraktiva miljöer. Dagvattenanläggningarna kan inte bara utformas som tekniska lösningar, utan de ska även kunna bidra med en användbarhet för människorna i staden.

REKREATION
Att omges av grönska och gröna miljöer är viktigt och välgörande för oss människor. I staden är det lätt att grönskan prioriteras bort i planeringen när staden ska förtätas och bebyggas. Biofilter ger en möjlighet att öka de gröna och blå miljöerna och erbjuder rekreation i en annars hårdgjord stad.

Genom att variera de gröna och blå miljöerna, i både innehåll och storlek, kan fler gynnas av deras närvaro och den biologiska mångfalden kan öka.

DIMENSIONERING
Vid dimensionering av biofilter behöver man se till intensiteten och varaktigheten på regn, avrinningsområdet och dess avrinningskoefficient, avdunstning samt lägga på en klimatfaktor.

Nya anläggningar för dagvattenhantering ska i centrumbebyggelse vara dimensionerade för minst ett 30-årsregn

BOSTADSGÅRDEN

INVENTERING

Bostadsgården ligger i nordvästra Rönneholm innanför Erikslustvägen, vilket är en relativt trafikerad väg. Gården är långsmal i formen men stor och rymlig. Den ramas in av två långsgående trevåningshus med ett buskage i var ände som skiljer gården från Erikslustvägen och en angränsande bostadsgård. Det norra huset har buskplanteringar längs med fasaden medan det södra huset endast har stråk med gräsmatta längs fasaden innanför en plattbelagd gång. Mellan husen står en stor bok som hjälper till att dela upp gården i två rum och bidrar med skugga. Gården har en låg andel hårdgjord yta och domineras av en stor gräsmatta.

Det södra huset har entréer från gården medan det norra huset har sina entréer från gatan och balkonger mot gården. Bostadsgården upplevs därför som primär för de som har entréer inne på gården.

I den västra delen av gården finns en äldre stenlagd gång och yta där plattorna har satt sig. I östra delen av gården finns det en nyare anlagd yta som ramas in av häckar med grill- och sittplats. I en berså av salix finns även några lösa sittmöbler. I den västra ingången till gården finns en liten cykelparkering och i ingången från norr står sopkärl omgärdade av ett lågt träplank. I övrigt har gården inga andra funktioner.



Figur 36. Den stora befintliga boken som står mitt på gården. Framför syns en berså av salix. Foto: Elin Linde.



Figur 38. Plattlagd gång till entréerna på det södra huset. Foto: Elin Linde.



Figur 39. Stuprör med lövutkastare. Foto: Elin Linde.



Figur 37. En nyligen anlagd sittyta med grill. Foto: Elin Linde.

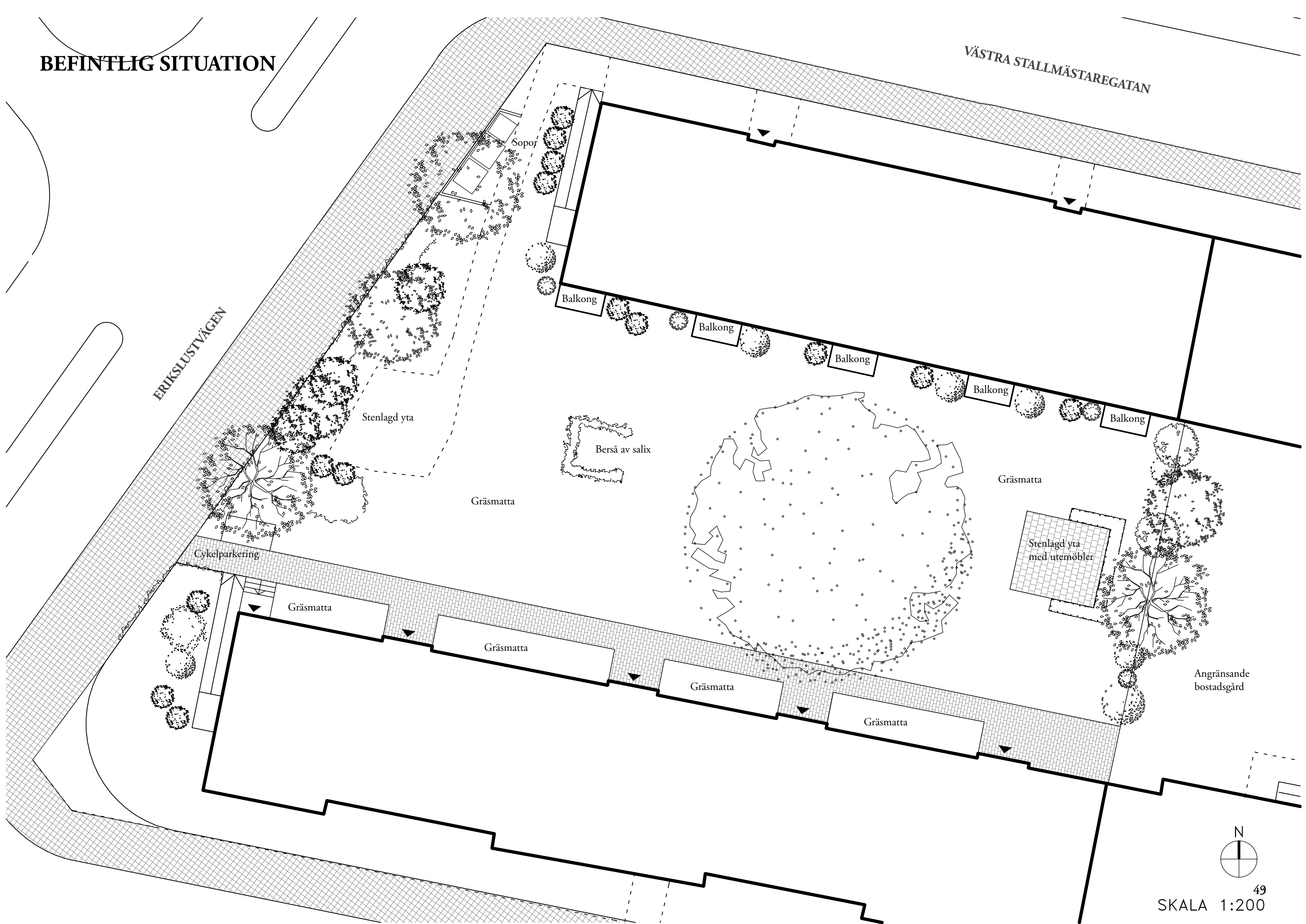


Figur 40. Äldre plattlagd yta. Foto: Elin Linde.



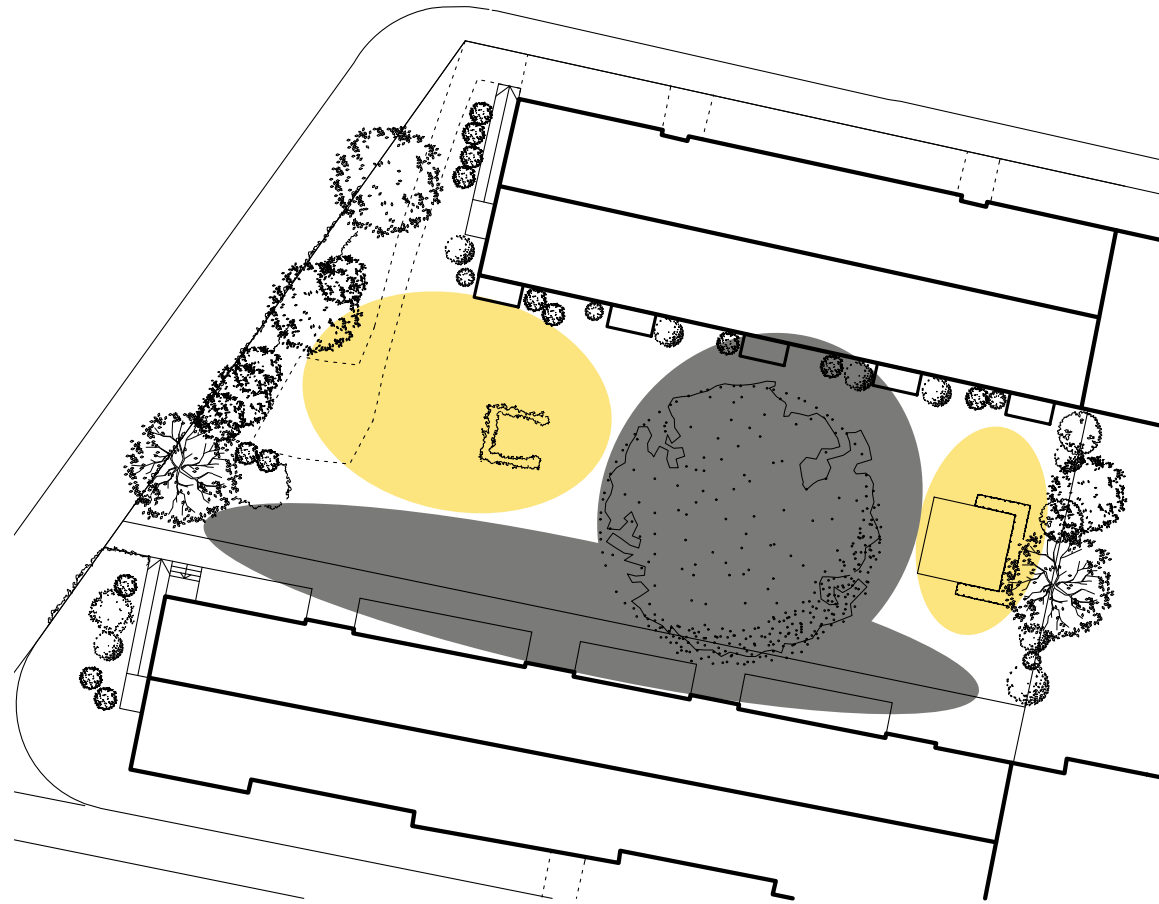
Figur 41. Stenlagd gång där plattorna har satt sig. Foto: Elin Linde.

BEFINTLIG SITUATION



49
SKALA 1:200

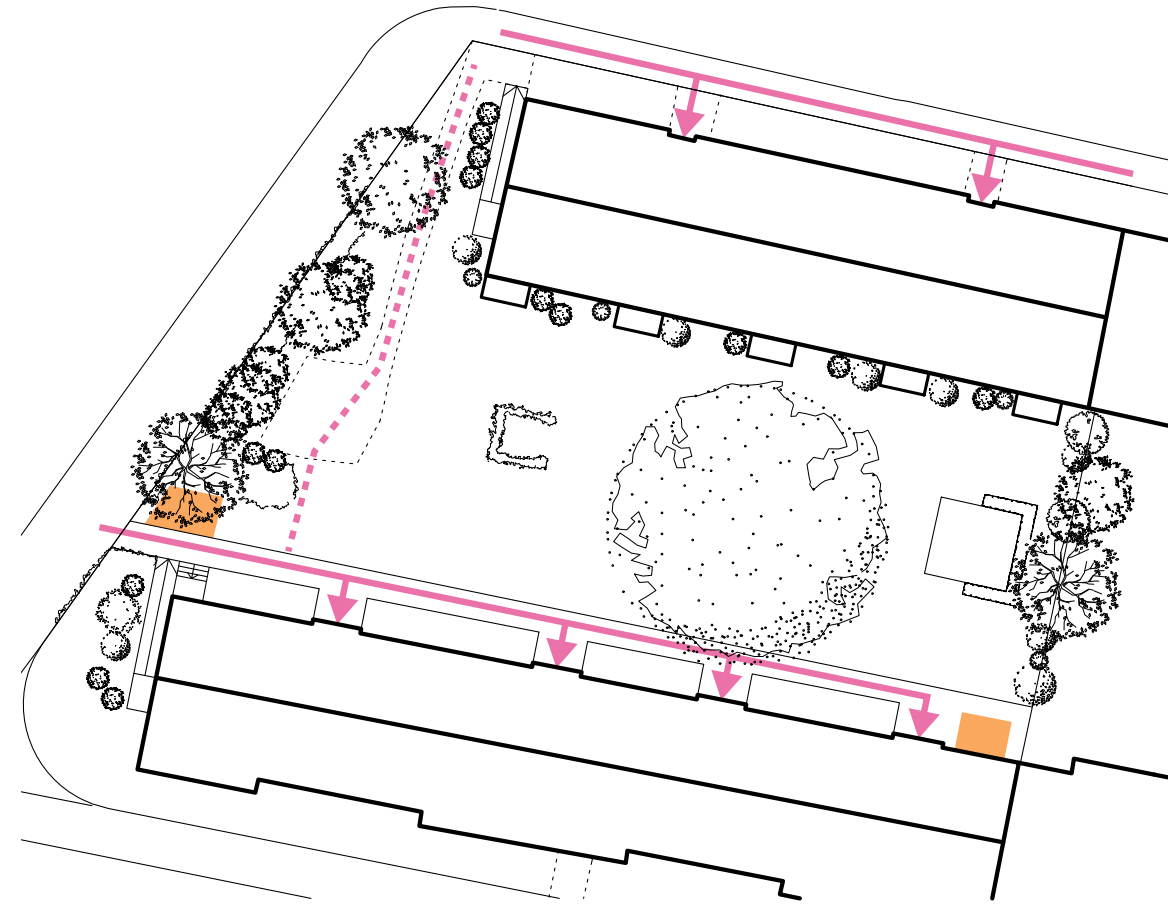
SOL-SKUGGA



- Skugga
- Sol

Bostadsgårdens form och orientering, samt att husen bara har tre våningar, gör att solinstrålningen är stor under hela dagen och gården har flera bra sollägen. Den stora boken har en tät krona som skuggar en del av gården. Detta i sig är inget problem utan snarare en styrka och ger bra förutsättningar för att skapa nya sittplatser i olika lägen på gården.

RÖRELSE



- Gång/entré
- Smitväg
- Cykelparkering

Det södra huset har sina entréer från gården vilket skapar en naturlig rörelse in på gården. Det norra huset har istället sina entréer från gatan vilket innebär att de boende måste gå ut och gå runt huset för att sedan komma in på gården. Detta kan vara problematiskt och utgöra ett hinder för de boende att gå ut. Dessutom är gången som förbinder det norra huset med gården gammal och sliten och flera av plattorna har satt sig och den kan inte ses som tillgänglig för alla att röra sig på. Om gården fick fler anlagda gångar skulle den bli mer tillgänglig och skapa mer rörelse.

Gården har två små cykelparkeringar i sydöst och sydväst. Dessa är viktiga att behålla men skulle kunna utökas för att säkra för ett ökat behov i framtiden.

VEGETATION

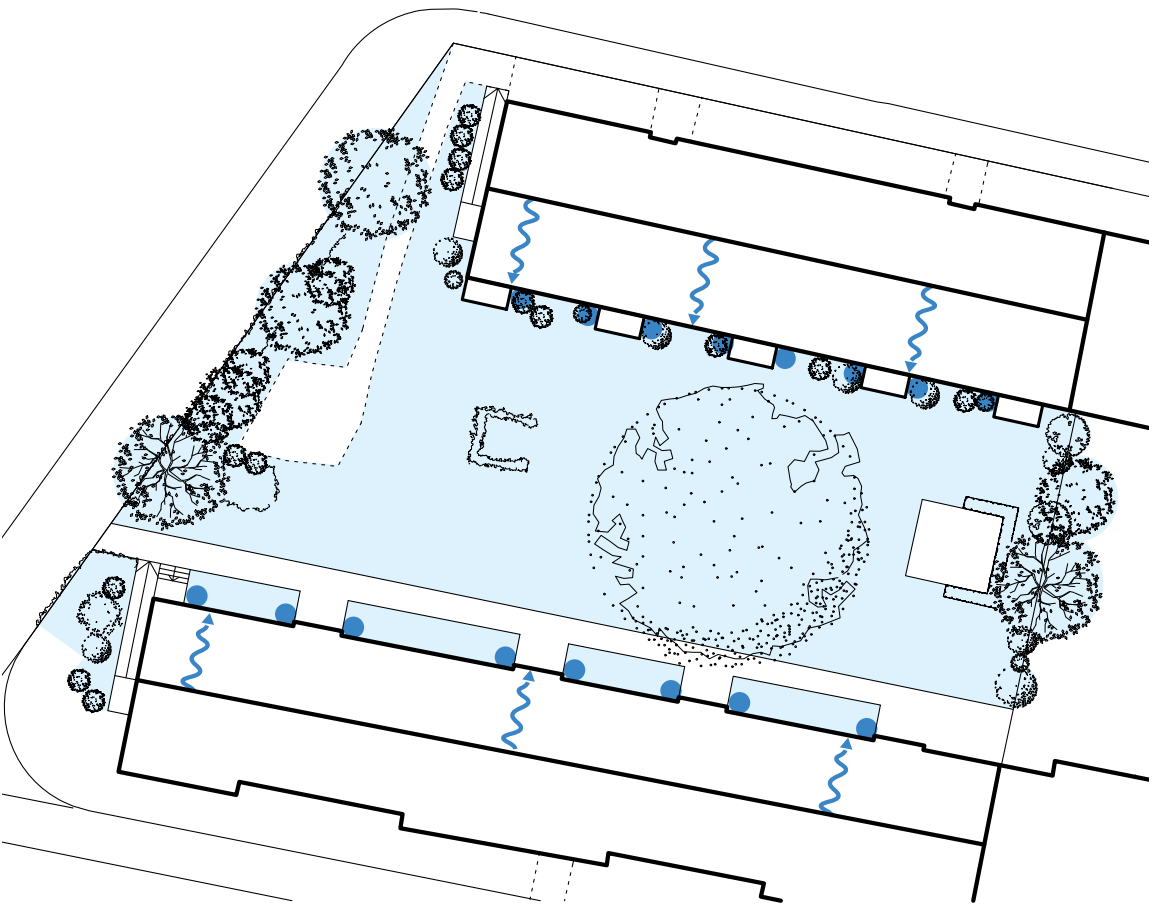


- Gräsmatta
- Buskar
- Träd

Bostadsgården har en låg andel hårdgjord mark och marken domineras till stor del av den stora gräsmattan. Buskagen som avgränsar gården mot Erikslustvägen och den andra bostadsgården är ganska så varierad men delvis sliten. Framförallt buskaget i väster har en viktig funktion i att skärma av bostadsgården från den trafikerade vägen, både visuellt men också vad gäller buller och trygghet. Här finns ett behov av att byta ut eller komplettera buskagen med nya och fler växter.

Den stora boken tillför gården många värden, både sociala och ekologiska värden och är viktig att bevara.

DAGVATTEN



- Avrinning
- Stuprör
- Infiltration/interception

Bostadsgården har få hårdgjorda ytor vilket är bra för infiltrationen av dagvatten. Vegetationen på gården hjälper till att ta hand om dagvatten genom infiltration och interception, framförallt den stora boken.

Det dagvatten som faller på taken leds ner via stuprör till det underjordiska systemet.

Här finns möjligheter att i ännu större utsträckning fördröja dagvatten, speciellt från taken.

Summering av inventering & analys:

Analyserna av bostadsgården har visat att den befintliga situationen till stor del är bra och gården har många positiva värden redan i dagsläget. Det är en styrka att gården är relativt stor, eftersom detta är något som sällan går att påverka. Det är svårt att göra en liten gård större pga de fysiska förutsättningarna och kontexten.

Bostadsgården innehåller i dagsläget få funktioner och här finns ingen plats för lek. Men gården har stora möjligheter att förbättra det som idag är svagheter genom att möjliggöra för nya och fler användningsområden och aktiviteter.

Dagvattensituationen kan förbättras genom att stuprören bryts och dagvattnet tillåts att lokalt fördröjas. Detta skulle avlasta trycket på det underjordiska systemet.

GESTALTNINGSNYCKLAR

PRINCIP FÖR DAGVATTENANLÄGGNING

Genom att koppla bort stuprören och låta takvattnet fördröjas i regnbäddar längs fasaderna kan mer dagvatten tas om hand genom lokal fördröjning och trög avledning. Regnbäddarna utförs med bräddavlopp som tillåter vattnet att rinna vidare när fördröjningszonen är full, och vattnet leds vidare till gräsmattan för infiltration.

Ett tillskott av vegetation, framför allt genom att plantera fler träd, kan öka infiltrationen och interceptionen än mer än i dagsläget.

MARKFÖRHÅLLANDEN

Då regnbäddarna placeras intill fasad utformas de som täta konstruktioner för att inte riskera sättningar i husgrunden. Införandet av regnbäddar med bräddavlopp innebär att gräsmattan vid kraftiga regntillfällen kan få ta hand om mer vatten än i dagsläget och vatten riskerar att dämmas upp vid höga flöden. Därför placeras kupolbrunnar i lågpunkterna på gräsmattan som hjälper till att få undan vattnet.

SKÖTSEL

Idag består skötseln av gården av att klippa gräsmattan, formklippa häckar och mindre ogrärensning. Tillkommande regnbäddar kommer kräva en viss skötsel såsom ogrärensning, likt en vanlig perennplantering vilket redan finns på gården.

VÄXTLIGHET

Regnbäddarna längs det södra huset kommer att stå i konstant skugga medan regnbäddarna längs det norra huset får en pendlande skugga, och växtligheten måste därför väljas därefter.

Gården får en ökad variation på vegetationen genom att fler träd och buskar planteras. Frukträd och bärbuskar kan bli attraktivt för de bodende och ger gården ökade biologiska värden.

ANVÄNDBARHET

De funktioner som finns på gården idag kan antas ha en viktig användning och bör finnas kvar i en omgestaltning. Eventuellt att ett nytt läge för funktionen hittas som är mer fördelaktigt. De funktioner som finns och bör sparas är; cykelparkering, sophantering, sittplatser och grill.

Gården får fler gångstråk vilket skapar bättre kopplingar för rörelse runt gården och gör den mer tillgänglig. Nya funktioner läggs till, såsom lekytor, lekbuskage, odlingslådor och växthus. Ett växthus ger även möjlighet att förlänga odlingssäsongen och blir en möjlig plats för utomhusvistelse och umgänge en större del av året. Dagvatten kan här samlas upp i tunnor och användas till odlingen.

Nya sittplatser läggs till i olika lägen för att fylla olika behov.

REKREATION

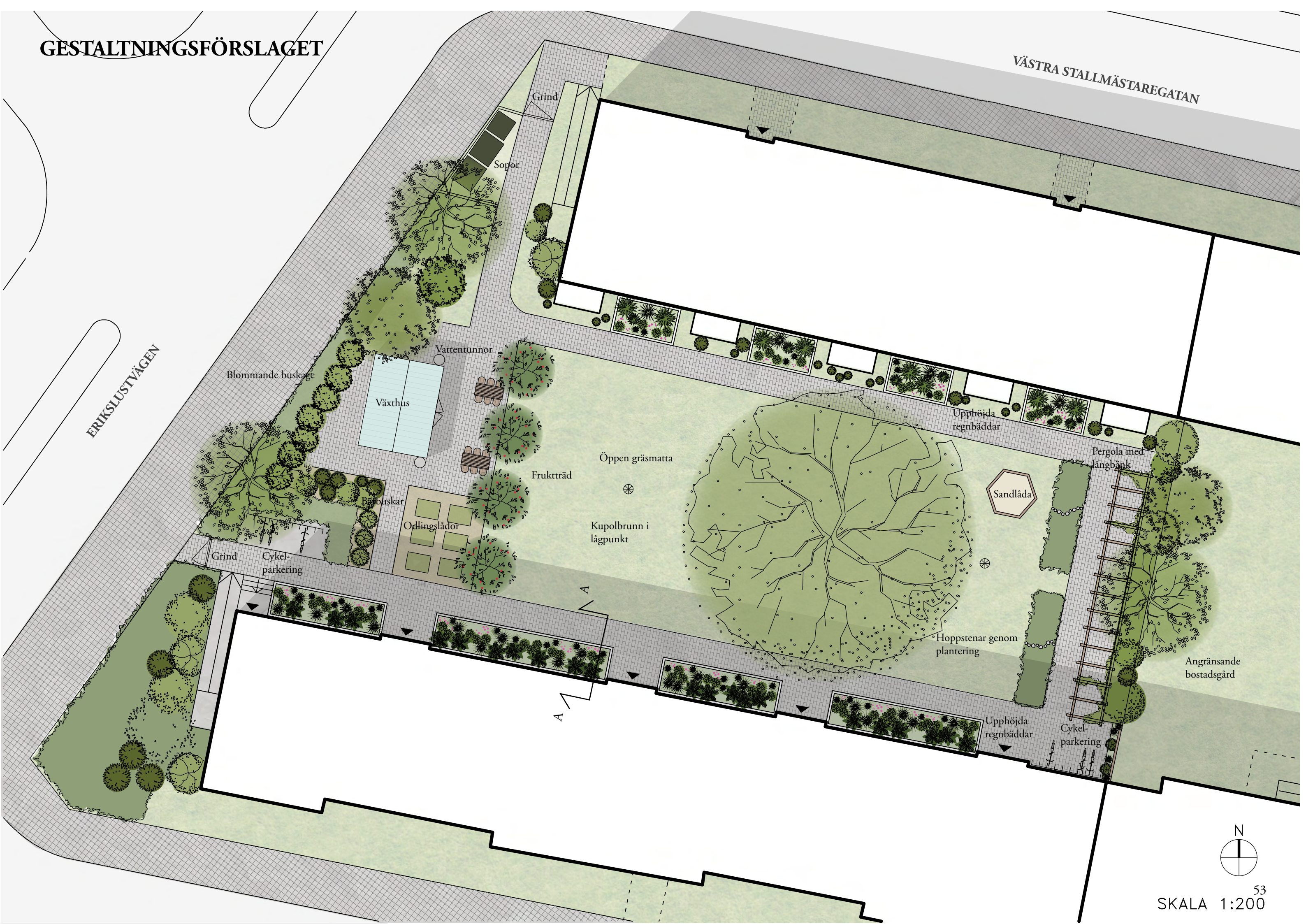
Gården är relativt stor och grön vilket är en bra förutsättning för rekreation. För att ytterligare förbättra detta skapas en varitation i utformningen och gården delas in i mindre "rum". Fler sittplatser i olika lägen och fler vistelseytor ger nya användningsmöjligheter.

Genom att låta vattnet bli synligt under avrinningen ökar rekreationen.

DIMENSIONERING

Målet är att regnbäddarna ska kunna klara mängden dagvatten som alstras från omkringliggande tak beräknat på ett dimensionerat 30-års-regn.

GESTALTNINGSFÖRSLAGET



ERIKSLUSTVÄGEN

VÄSTRA STALLMÄSTAREGATAN

Blommande buskage

Växthus

Sopor

Vattentunnor

Fruktträd

Öppen gräsmatta

Kupolbrunn i lågpunkt

Bärbuskar

Odlingssådor

Grind

Cykel-parkering

Upphöjda regnbäddar

Pergola med långbänk

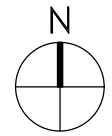
Sandlåda

Hoppstenar genom plantering

Angränsande bostadsgård

Upphöjda regnbäddar

Cykel-parkering



SKALA 1:200

BOSTADSGÅRDEN

Förslaget

Bostadsgården har efter omgestaltningen ökat de biologiska värdena samtidigt som det har blivit en mer användbar och attraktiv gård för de boende då det finns fler ytor att vistas på. Dagvattensituationen har förbättrats genom ett lokalt omhändertagande och fördröjning, och avrinningen har gjorts synlig vilket även är en pedagogisk aspekt av dagvattenhantering.

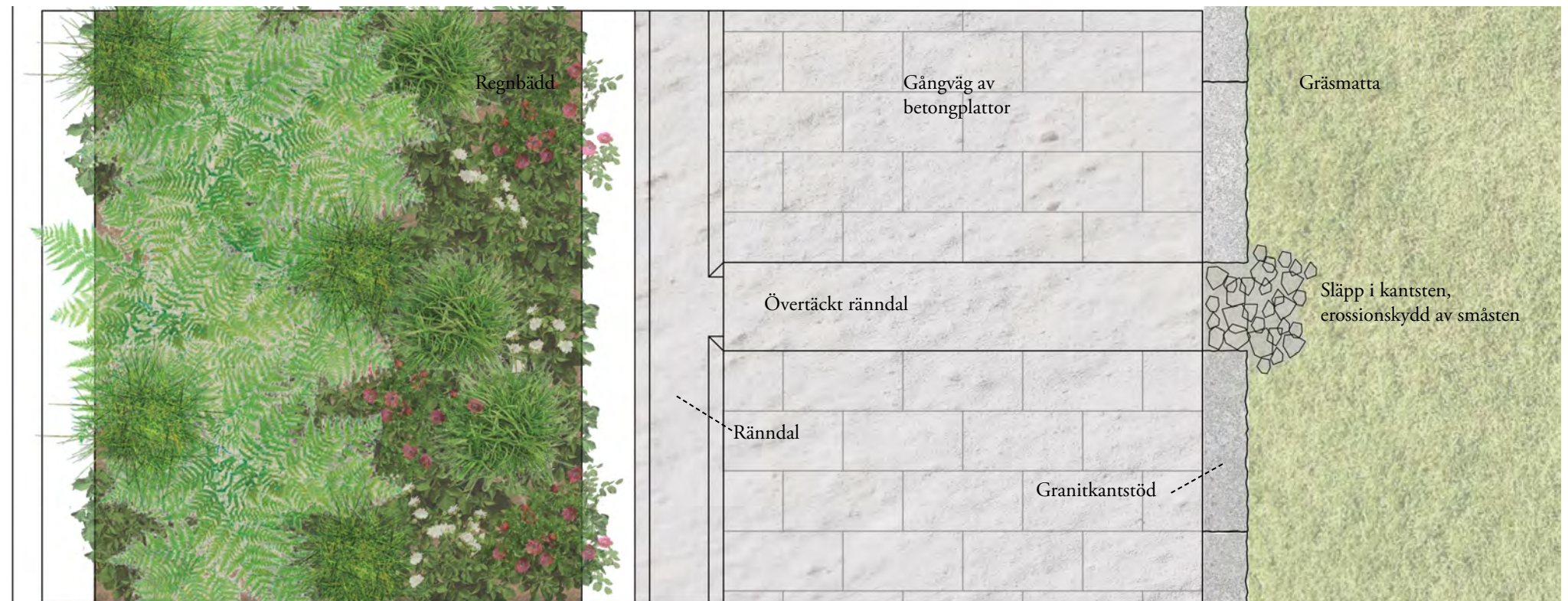
Valet av regnbäddar som dagvattenåtgärd är positivt på flera sätt. Att de är upphöjda underlättar för skötseln och skapar en vertikal variation på de gröna inslagen. Utseendemässigt kan de anpassas för att passa bra in i miljön på gården.

En annan möjlig dagvattenlösning hade till exempel varit att anlägga en dagvattendamm likt bostadsgården i Augustenborg. Med en damm kan man lättare öka den biologiska mångfalden genom att den erbjuder en permanent vattenspegel, plantera vattenväxter och få en mer naturlig miljö. Vilket även hade ökat rekreationen. Men det tar mycket plats i anspråk och att ha en damm kan innebära en säkerhetsrisk för barn.

Regnbäddarnas placering längs med husens fasader är bra då de är yteffektiva. De hjälper även till att skapa en distans mellan fönstren på första plan och gården där folk vistas och minska insynen.

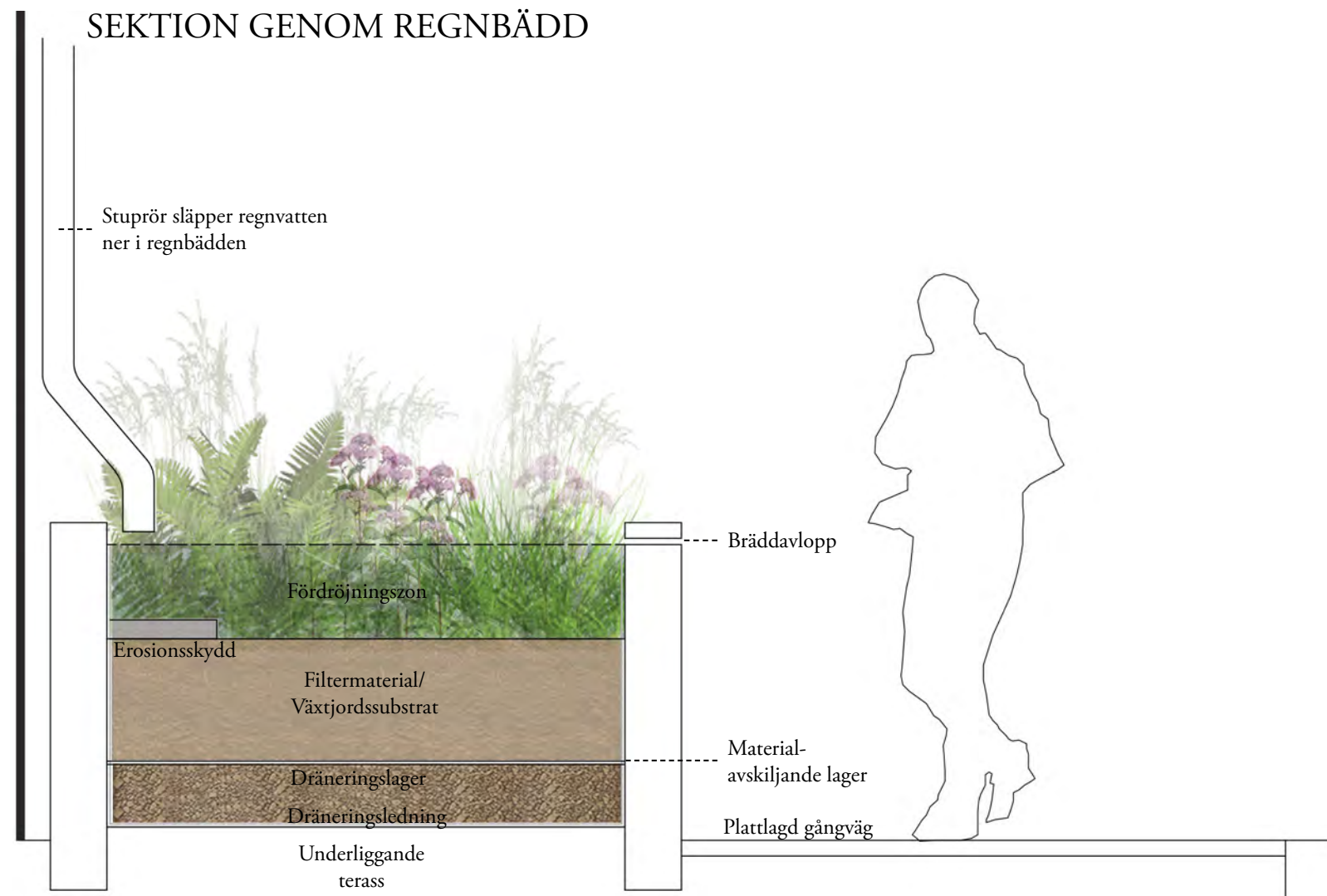
Då jag inte har gjort någon undersökning om vilka som bor i husen eller vilken åldersgrupp, så har jag försökt gestalta bostadsgården med tanke på att den ska kunna användas av människor i alla åldrar. Sittplatser finns på flera ställen i olika lägen, mer eller mindre avskilt. Grindarna skyddar mot den trafikerade Erikslustvägen för lekande barn och utgör samtidigt en tydlig entré till bostadsgården.

PLAN ÖVER REGNBÄDD & GÅNGVÄG



Skala 1:20

SEKTION GENOM REGNBÄDD

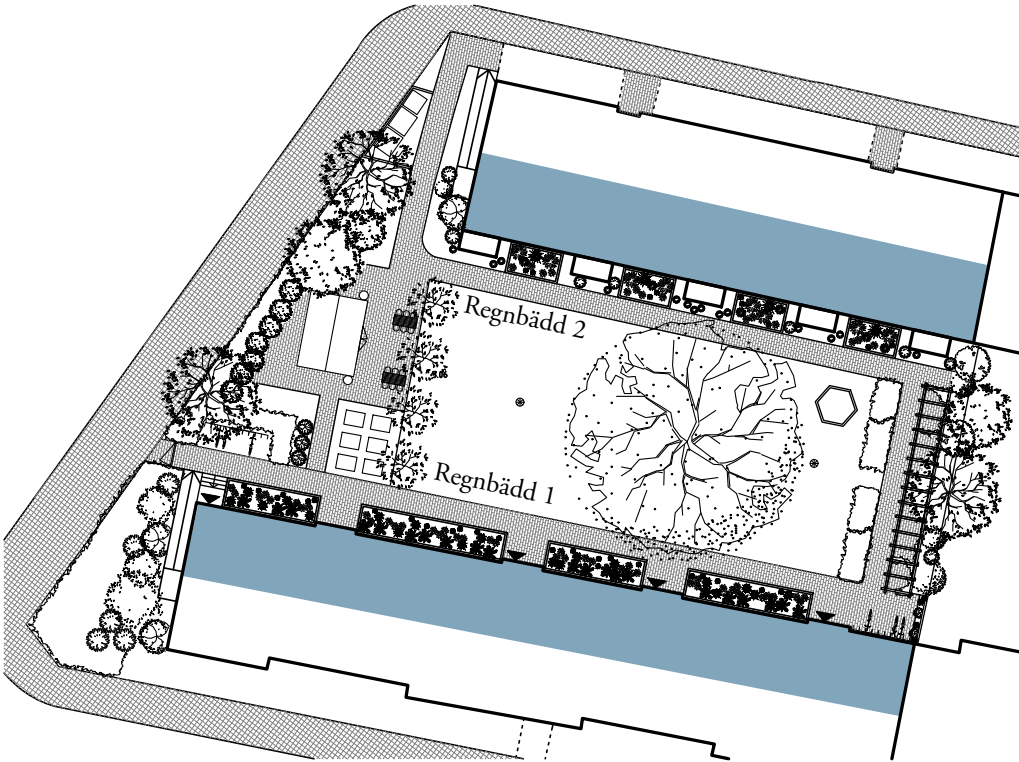


Skala 1:20

AVRINNINGSOMRÅDE

Regnbädd 1
Avvattningsområdet innefattar tak vända mot gården, vilket utgör en yta på 330 m².
Räknat på ett dimensionerat 30-årsregn (varaktighet 1h) ansamlas 12m³ från avvattningsområdet.
Regnbädden har en disponibel fördröjningskapacitet på 17m³.

Regnbädd 2
Avvattningsområdet innefattar tak vända mot gården vilket utgör en yta på 245 m².
Räknat på ett dimensionerat 30-årsregn (varaktighet 1h) ansamlas 9m³ från avvattningsområdet.
Regnbädden har en disponibel fördröjningskapacitet på 12m³.



Växtlista

Till höger presenteras ett förslag på växter som kan passa i regnbäddarna.

Regnbäddarna som står längs med det norra huset kommer att få mer sol, medan regnbäddarna längs de södra huset kommer att stå helt i skugga, vilket påverkar ståndorten och regnbäddarna föreslås därför med olika sorter.

Växtförslaget är endast principiellt och ska inte ses som fullständigt.

Växtlista - Regnbädd i skugga

Vetenskapligt namn	Svenskt namn
Carex elata 'Aurea'	bunkestarr
Carex grayi	spikklubbstarr
Carex muskingumensis	palmstarr
Dryopteris filix-mas	träjon
Eupatorium cannabinum 'Flore Pleno'	hampflockel
Osmunda regalis	kungsbräken
Phlox divaricata 'Clouds of Perfume'	blåflox



Figur 42. Foto: Wikimedia Commons
Echinacea purpurea 'Magnus' - Solhatt



Figur 43. Foto: Wikimedia Commons
Dryopteris filix-mas - Träjon



Figur 44. Foto: Wikimedia Commons
Eupatorium cannabinum - Hampflockel



Figur 45. Foto: Wikimedia Commons
Bergenia 'Bressingham White' -Hjärtbergenia



Figur 46. Foto: Wikimedia Commons
Carex grayi - Spikklubbstarr



Figur 47. Foto: Wikimedia Commons
Succisa pratens - Ängsvädd



Figur 48. Foto: Wikimedia Commons
Carex muskingumensis - Palmstarr



Figur 49. Foto: Wikimedia Commons
Phlox divaricata - Blåflox



Figur 50. Foto: Wikimedia Commons
Osmunda regalis - Kungsbräken

Växtlista - Regnbädd i sol

Vetenskapligt namn	Svenskt namn
Bergenia 'Bressingham White'	hjärtbergenia
Carex grayi	spikklubbstarr
Carex muskingumensis	palmstarr
Echinacea purpurea 'Magnum'	solhatt
Lythrum salicaria	smalt fackelblomster
Succisa pratens	ängsvädd

INVENTERING

Västra Stallmästaregatan är en återvändsgata med en vändzon i slutet. Gatan ligger i öst-västlig riktning och har två långa flerfamiljshus på var sida. Gatan är 7 meter bred och har längsgående parkering på båda sidor med en trottoar innanför. Detta gör att bilen tar mycket plats i anspårk (genom parkeringsplatserna) och det är den som är i fokus och dominerar gaturummet.

Huset i norr vänder sig mot gatan med balkonger medan det södra huset endast har entréer mot gatan. Vid entréerna står cykelparkeringar och sopkärl. Förgårdsmarken framför båda husen har en väldigt sparsam växtlighet i form av gräsmatta, buskar och häckar.

Gatan har en bomberad lutning och dagvatten som faller på gatan avleds i gatubrunnar som ligger utspridda på var sida av vägen. Takvattnet från husen går rakt ner till dagvattenssystemet via stuprör.

Här finns idag ingen funktion som inbjuder till vistelse, utan detta är en plats som man passerar.



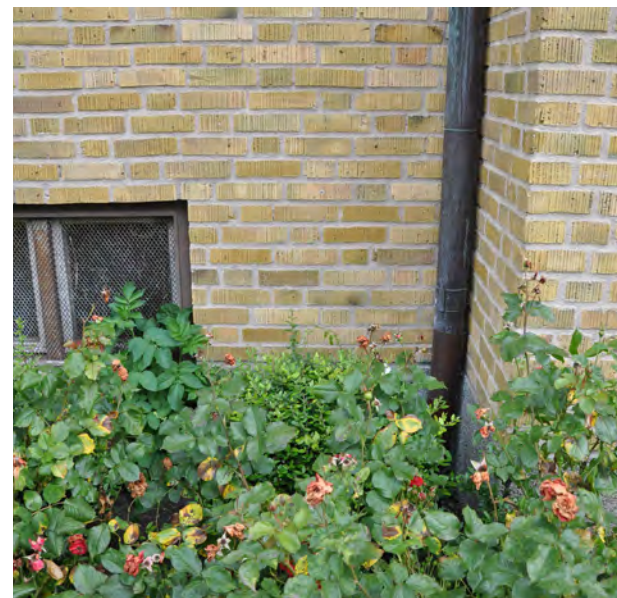
Figur 51. Västra Stallmästaregatan med mycket bilar parkerade längs båda sidor av gatan. Foto: Elin Linde.



Figur 52. Buskar och gräsmatta längs huset. Foto: Elin Linde.



Figur 53. Dagvattenbrunn i gatan. Foto: Elin Linde.

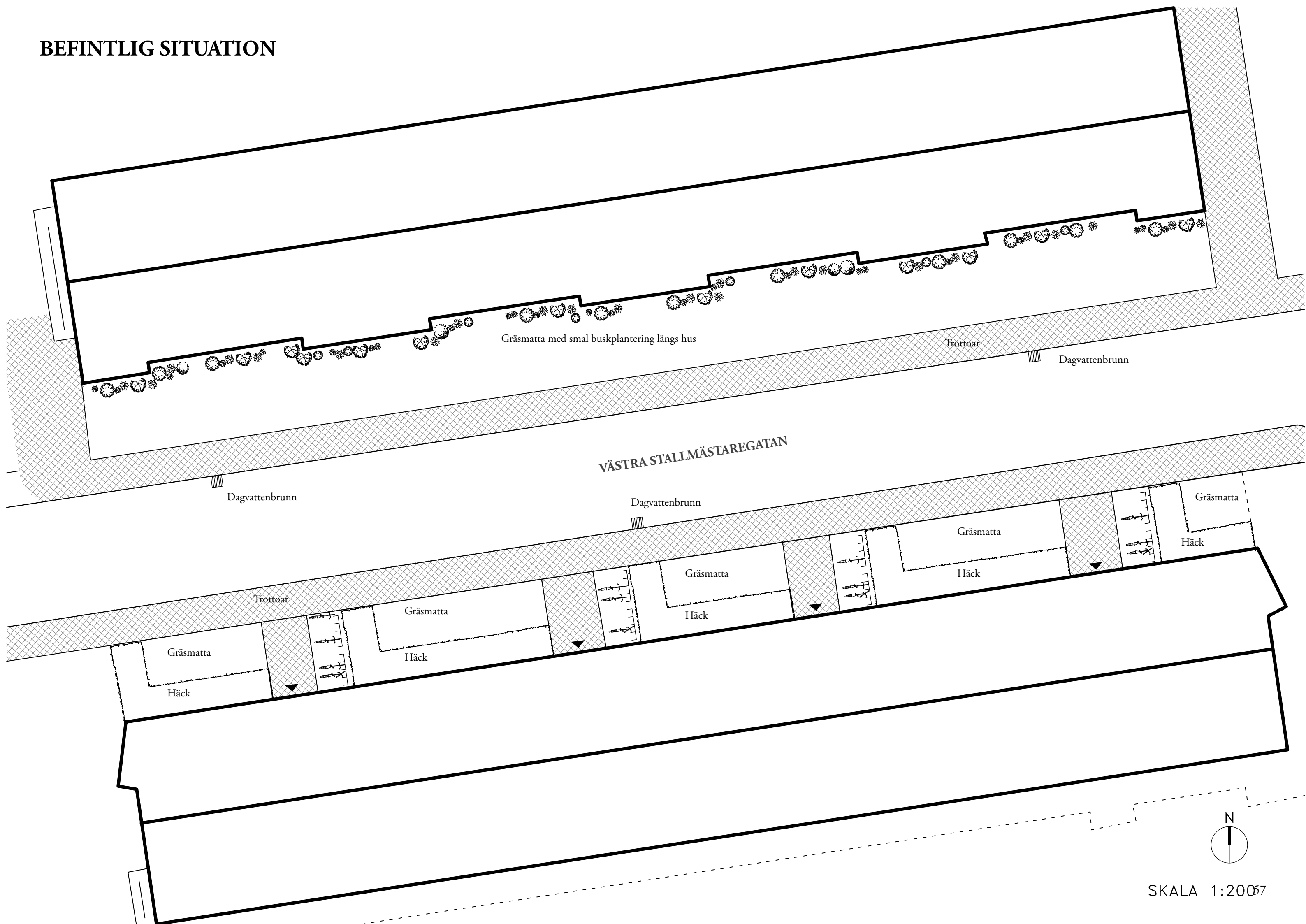


Figur 54. Stuprör leds ner i mark. Foto: Elin Linde.

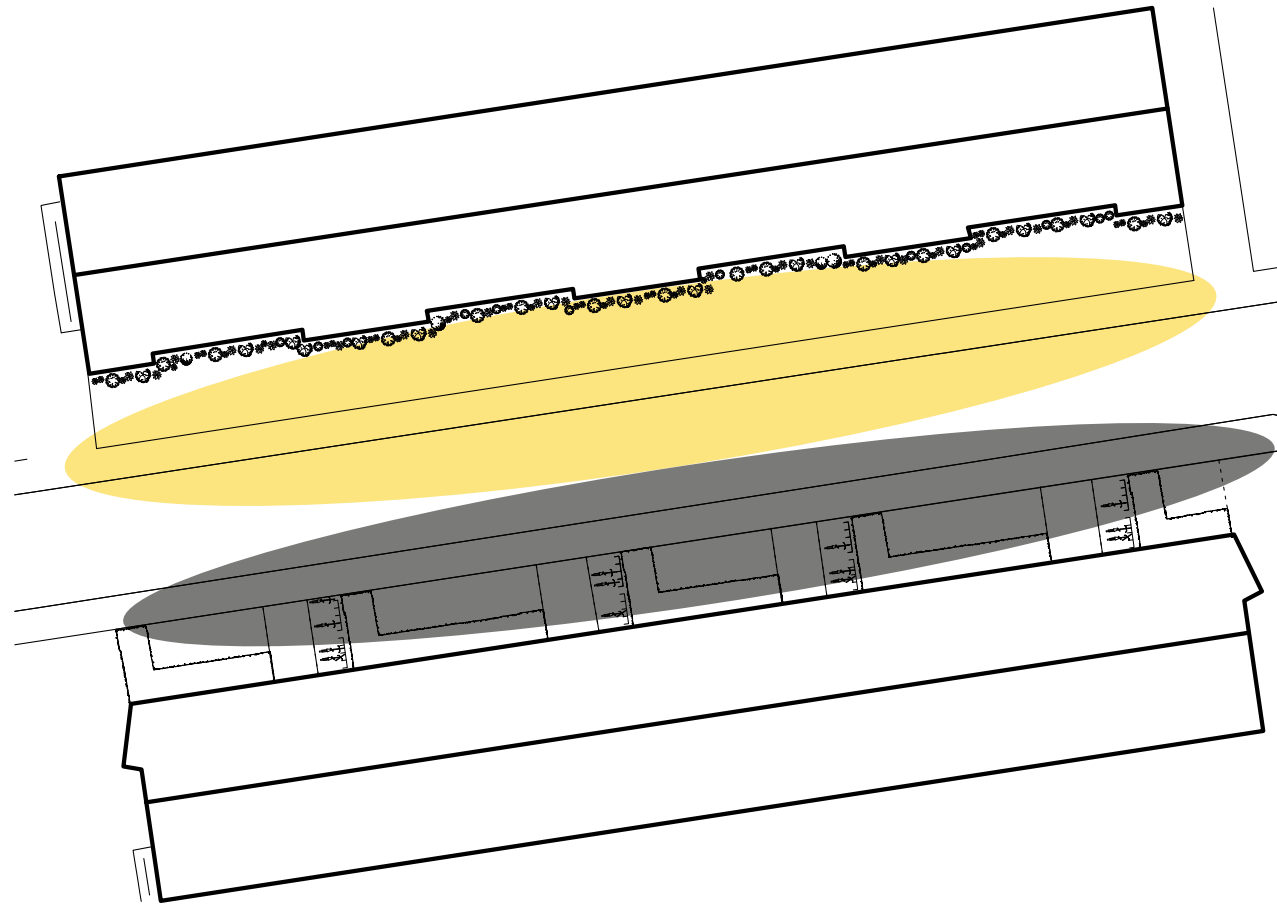


Figur 55. Storskaligt rum, enförmig utformning. Foto: Elin Linde.

BEFINTLIG SITUATION



SOL-SKUGGA

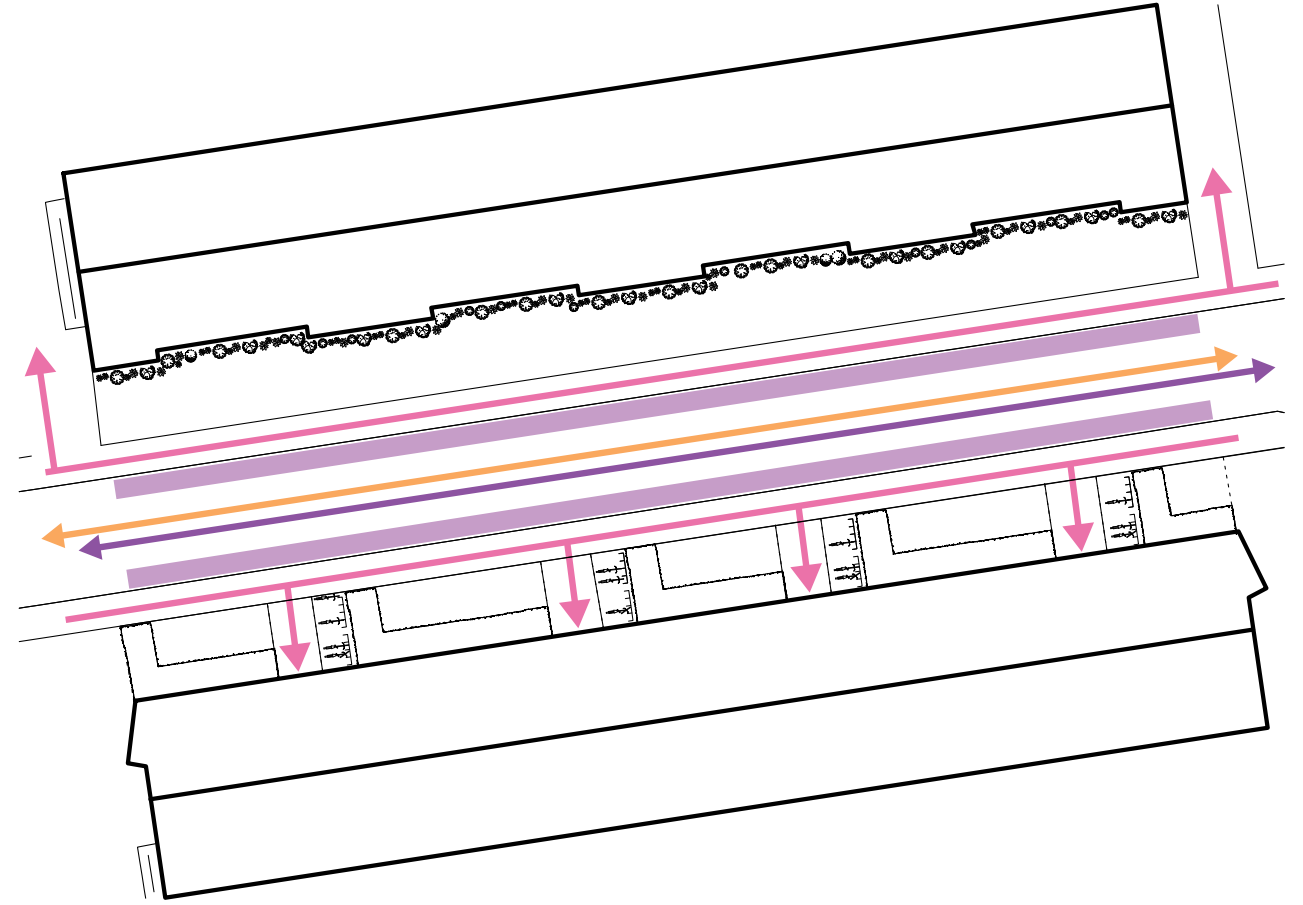


- Skugga
- Sol

Husen ligger i öst-västlig riktning och har en höjd på fyra våningar vilket gör att ungefär hälften av gatuutrymmet ligger i skugga under dagen. Däremot är solförhållandena goda längs med det norra huset, vilket är en bra förutsättning för vegetationen.

En trädrad längs gatan skulle erbjuda en vandrande skugga för de rum med fönster i söderläge.

RÖRELSE



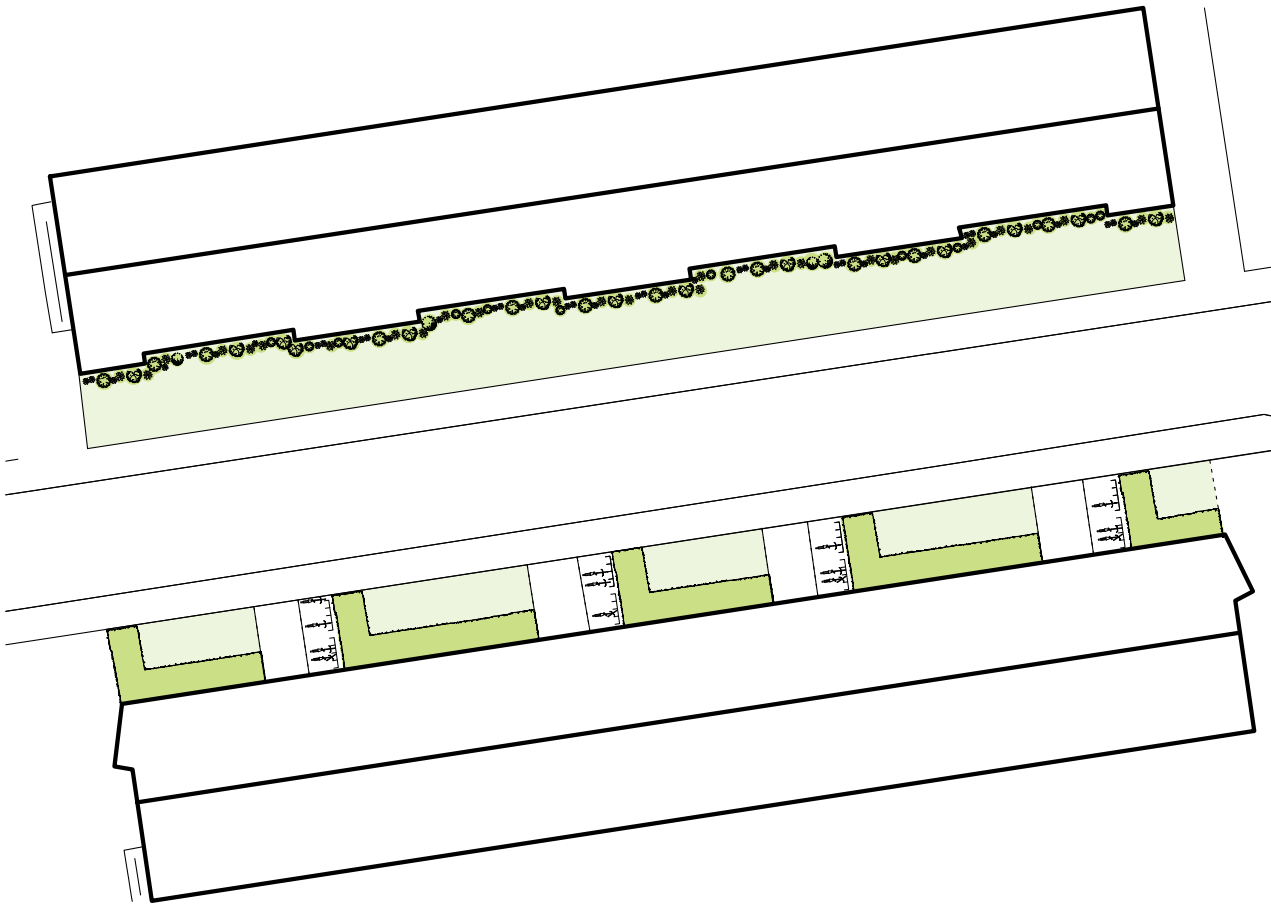
- ➔ Gång/entré
- ➔ Cykel
- ➔ Bil
- ➔ Bilparkering

På var sida av gatan ligger trottoarer som på södra sidan även leder fram till entréerna på huset. Det finns inget separat cykelstråk utan man får cykla i gatan.

Då Västra Stallmästaregatan är en återvändsgata sker där inte så mycket biltrafik, och den trafik som sker har en låg hastighet. Bilparkeringarna längs med sidorna tar mycket plats i anspråk och dominerar ytan.

Om bilparkeringarna togs bort skulle mycket utrymme kunna frigöras till förmån för ett biofilter. Dock är funktionen av parkering vanligtvis väldigt eftertraktat av boende och skulle säkert skapa motsättningar.

VEGETATION

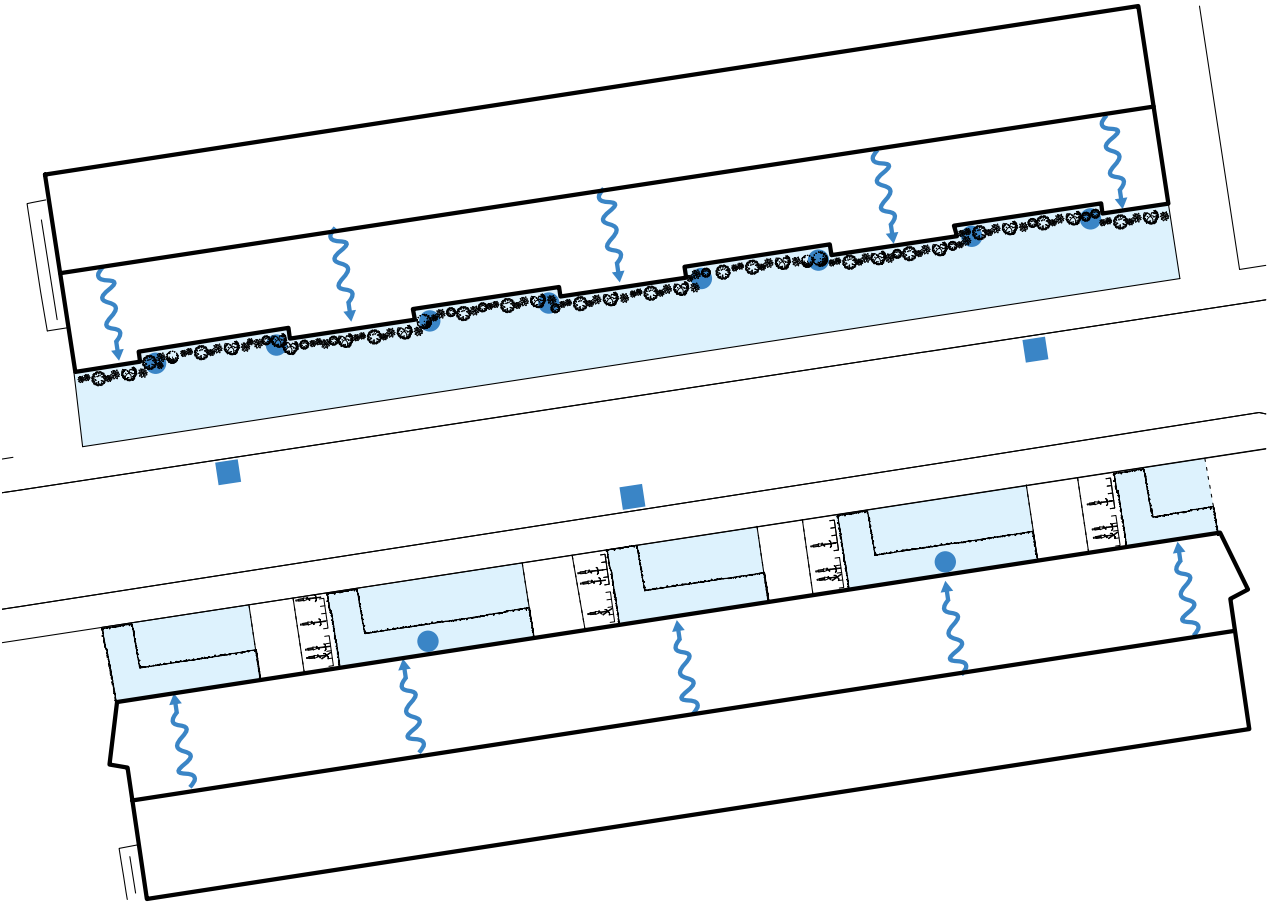


- Gräsmatta
- Buskar

Gaturummet har en hög andel hårdgjord yta och vegetationen är väldigt sparsam. Den utgörs av stråk med gräsmatta, buskar och häckar. Ett tillskott av vegetation som är mer varierad hade ökat de biologiska värdena.

Det breda gaturummet gör det möjligt att få in träd utan att de kommer för nära fasad.

DAGVATTEN



- Avrinning
- Stuprör
- Dagvattenbrunn
- Infiltration/interception

De få vegetationsytor som finns tar hand om dagvatten genom infiltration och interception.

Det regnvatten som faller på taket leds ned via stuprör till det underjordiska systemet. Gatan har en konvex form och dagvattenet rinner ner i dagvattenbrunnar som ligger på var sida av vägen.

Här finns möjligheter att öka infiltrationen och interceptionen genom en ökad mängd vegetation samt att fördröja det dagvatten som faller på gatan och taken.

Summering av inventering & analys:

Västra Stallmästaregatan är en återvändsgata och har därför ingen hög hastighet på trafiken vilket är positivt och tryggt för gående och cyklister. Men gatan är bred och de långsgående parkeringarna gör att bilen starkt hamnar i fokus. Gaturummet upplevs som stort och kallt. Här finns möjligheter att bryta ner skala med hjälp av träd och att i övrigt uppgradera och utveckla grönstrukturen.

Då gatan är bred och har gångväg på båda sidor blir en stor del av platsen hårdgjord. Avrinningen sker snabbt och går rakt ner i det kommunala dagvattensystemet. Genom att utveckla grönstrukturen kan en större mängd dagvatten tas om hand genom infiltration och interception, synliggöras (öppna system) och fördröjas på plats.

Bilen tar mycket plats i anspråk (parkeringsplatserna), men kan ha ett stort värde för de boende.

GESTALTNINGSNYCKLAR

PRINCIP FÖR DAGVATTENANLÄGGNING

Den outnyttjade gräsremsan framför det norra huset breddas och omvandlas till ett långt svackdike. Genom att koppla bort stuprören kan takvattnet fördröjas i svackdiket. De befintliga brunnarna i gatan kopplas bort. Gatan görs om från en bomberad väg till att få ett rakt fall mot svackdiket och regnvattnet leds in i svackdiket genom inlopp som går under trottoaren. Svackdiket erbjuder fördröjning nära källan och en trög avledning.

Ett tillskott av vegetation, framför allt genom att plantera fler träd, ökar infiltrationen och interceptionen än mer än i dagsläget.

MARKFÖRHÅLLANDEN

Då svackdiket ligger i ett bebyggt område i centrum och relativt nära fasad utförs den som en tät konstruktion. För att säkerställa att svackdiket inte svämmas över vid höga flöden förses den med både bräddavlopp och dräneringsledning.

SKÖTSEL

Vegetationen kräver i dagsläget en låg skötelintensitet, då den består av att klippa gräsmattan och klippa buskar och häckar. Ny vegetation bör vara fortsatt enkel att sköta. Med en naturlig prägel på växtvalet kan en lägre skötselnivå fortsatt vara okej.

VÄXTLIGHET

Gräsmattan omvandlas till ett svackdike med en varierad plantering av både buskar och perenner med en naturlig prägel. Tillsammans med en ny trädrad mellan svackdiket och trottoaren gynnas den biologiska mångfalden och gatan kan bli en grön koppling mellan andra grönområden i området.

Då vattnen från gatan kommer att avledas ner i svackdiket väljs växter med viss salttolerans.

ANVÄNDBARHET

Att bredda gräsytan till förmån för ett svackdike gör att gatans bredd minskas och parkeringsplatserna försvinner. Men då andelen hårdgjord yta minskas och ett svackdike anläggs kan en större mängd dagvatten tas om hand om på platsen.

Ett tillskott av vegetation ger ett attraktivt stråk att gå och röra sig längs med och skapar mervärde till boende och passerande.

REKREATION

Svackdiket och trädplanteringarna ökar vegetationen i gaturummet vilket ger ökad rekreation.

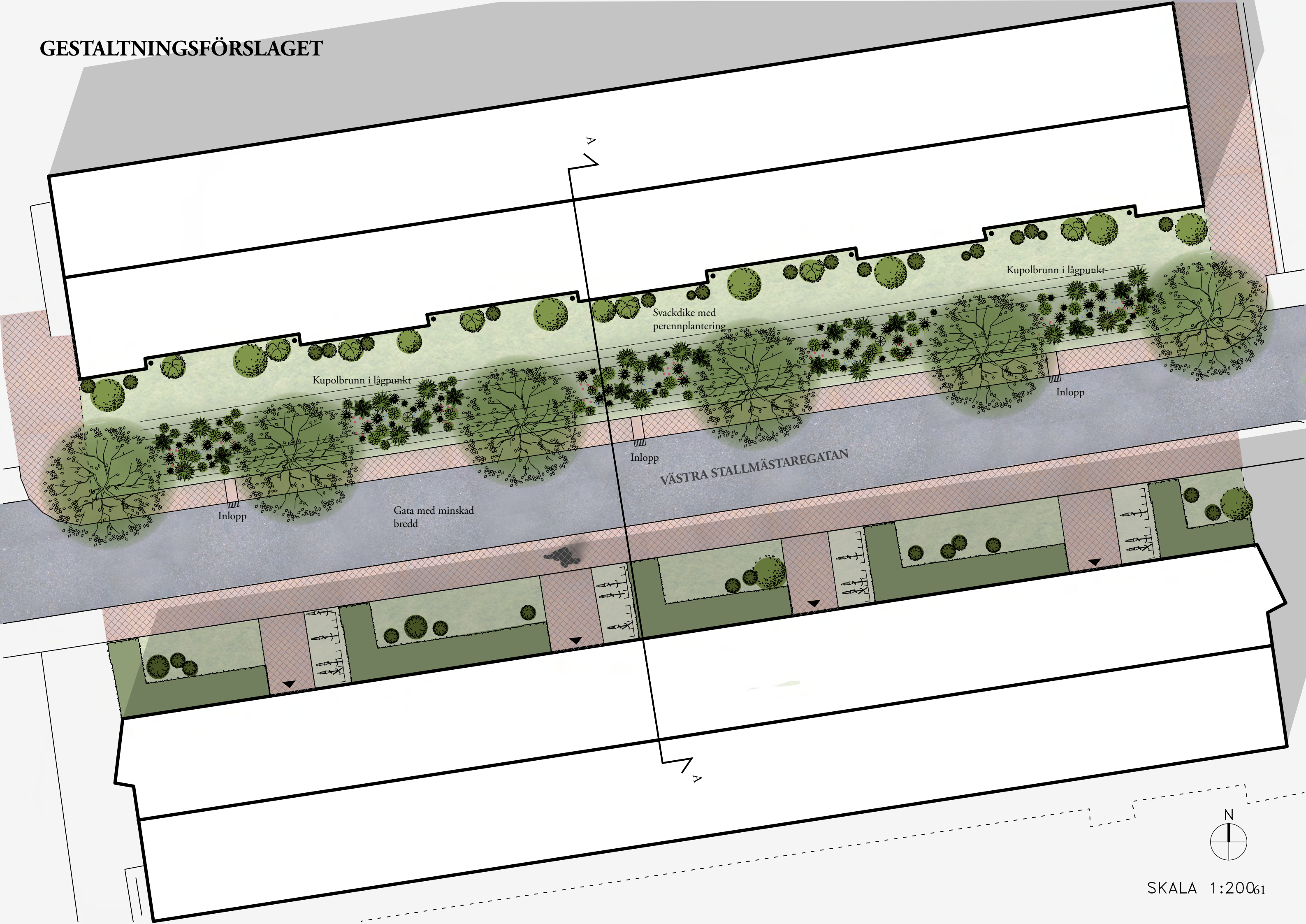
En ny trädrad skapar blickfång i gaturummet och det blir en variation i utformningen. Träden hjälper även till att bryta ner skalan på rummet samtidigt som de ger en attraktiv utblick från husen vilket ger mervärde till boende och passerande. Ny vegetation för in årstidsaspekterna i vegetationen.

Genom att låta vattnet bli synligt under avrinningen ökar rekreationen.

DIMENSIONERING

Målet är att svackdiket ska kunna klara mängden dagvatten som alstras från omkringliggande ytor och tak beräknat på ett dimensionerat 30-års-regn.

GESTALTNINGSFÖRSLAGET



Kupolbrunn i lågpunkt

Svackdike med
perennplantering

Kupolbrunn i lågpunkt

Inlopp

Inlopp

VÄSTRA STALLMÄSTAREGATAN

Inlopp

Gata med minskad
bredd



SKALA 1:200₆₁

GATAN

Förslaget

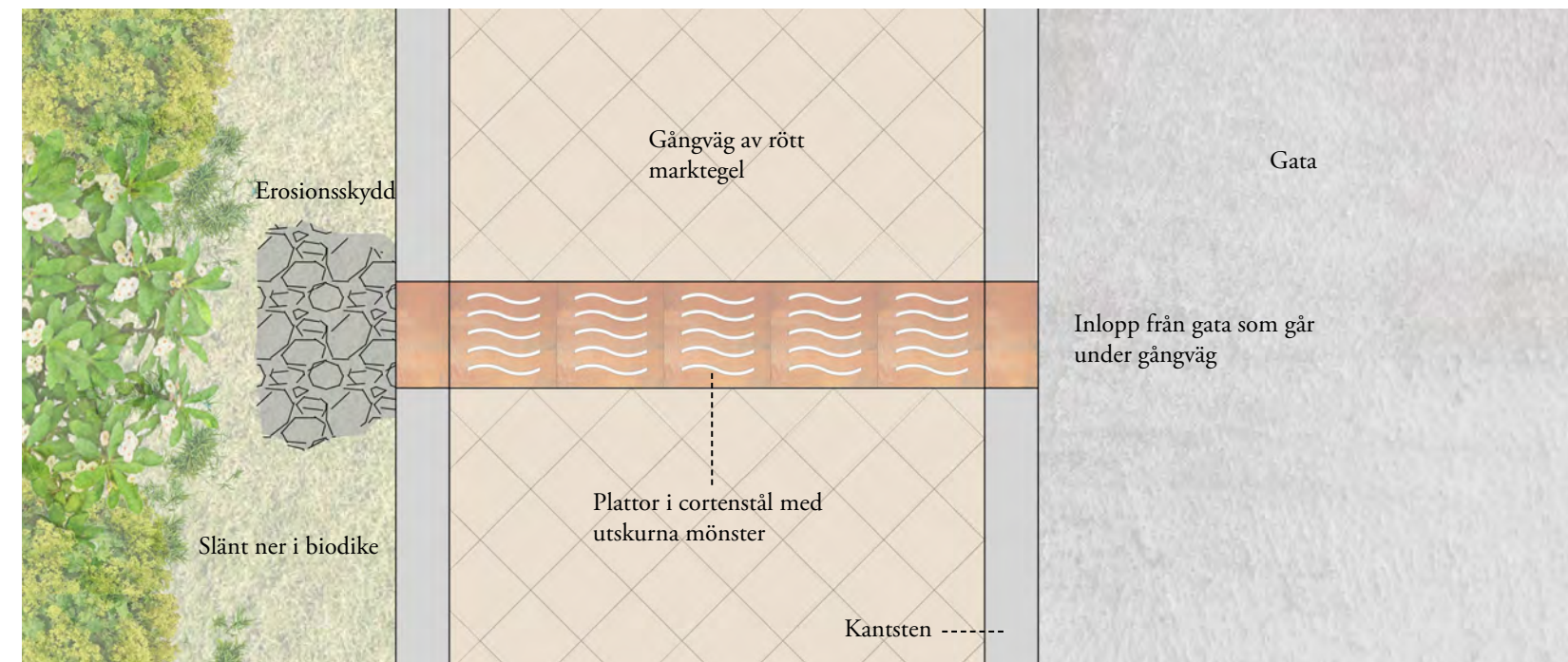
Västra Stallmästaregatan har efter omgestaltningen blivit ett grönt och attraktivt gaturum. Dagvattensituationen har förbättrats och dagvattnet kan nu tas om hand om på plats istället för att belasta det underjordiska systemet.

Svackdiket är en bra åtgärd på så sätt att det passar formen på gaturummet och den långsmala ytan. Det avlånga rummet har påverkat utformningen och minskat mängden möjliga alternativ.

Att ta bort parkeringsplatser för bilister i förmån till ett svackdike betyder visserligen att en för många boende viktig och attraktiv funktion tas bort. Detta är en svår fråga att lösa i den täta staden. Men genom andra mobilitetsåtgärder såsom bilpooler och trygga gång- och cykelvägar kan parkeringar tas bort. En annan möjlig lösning hade varit att anlägga regnbäddar i gatan av typen Curb-Cut likt dem på Monbijougatan. Detta hade kanske gjort det möjligt att behålla en del parkeringsplatser.

Genom att träden placeras mellan svackdiket och det norra huset finns det gott om plats för träden att utvecklas, både under och ovan jord. Träden hjälper även till att bryta ner rumskalan och ger en grön utblick för de boende. De nya träden längs gatan kommer delvis att skugga fasaden på det norra huset, vilket kanske inte är något som alla de boende kommer uppskatta eller anse vara fint. Men träden ger endast en vandrande skugga som kommer kyla sommartid men möjliggöra solinstrålning vintertid då träden inte har några blad.

PLAN ÖVER INLOPP UNDER GÅNGVÄG



Skala 1:20

SEKTION A-A



Skala 1:100



Figur 56. Foto: Wikimedia Commons
Carex muskingumensis - palmstarr



Figur 57. Foto: Wikimedia Commons
Filipendula rubra - Amerikanskt älggräs



Figur 58. Foto: Wikimedia Commons
Deschampsia caespitosa - Tuvtåtel



Figur 59. Foto:
Lythrum salicaria - Smalt fackelblomster



Figur 60. Foto: Wikimedia Commons
Cornus sericea - Videkornell



Figur 61. Foto: Wikimedia Commons
Viburnum opulus - Skogsolvon



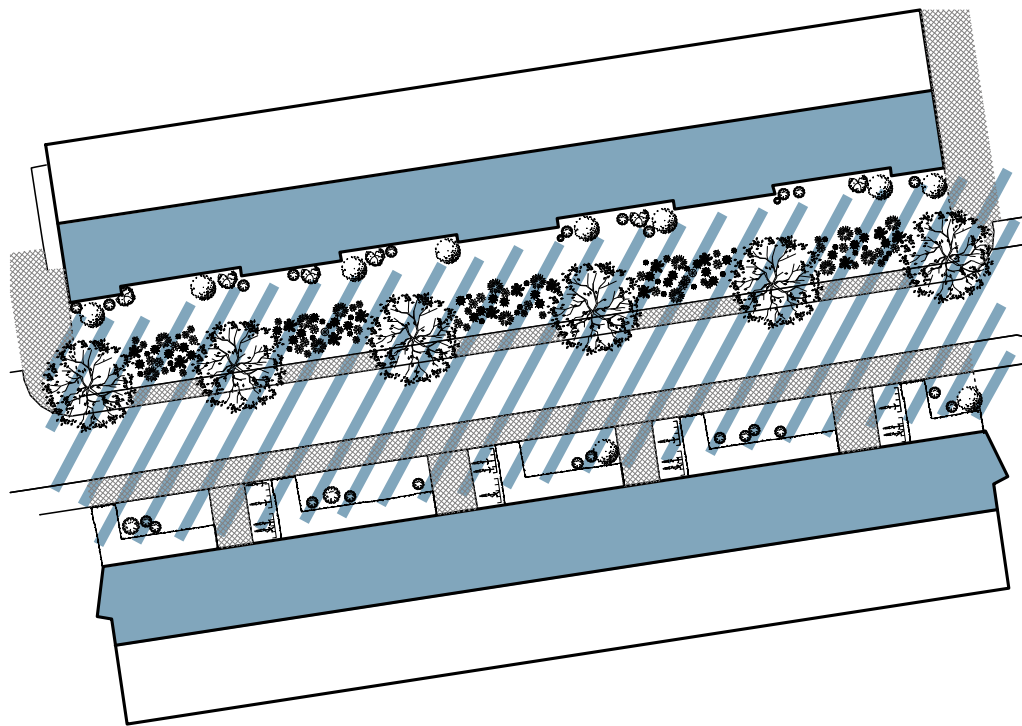
Figur 62. Foto: Wikimedia Commons
Acer saccharinum - Flikbladig silverlön

Avrinningsområde

Avvattningsområdet innefattar avrinningen från vägvänt tak, trottoarer, gata och ytan som utgör biofiltret vilket tillsammans utgör en yta på 2200m².

Räknat på ett dimensionerat 30-årsregn (varaktighet 1h) ansamlas 80m³ från avvattningsområdet

Svackdiktet har en disponibel fördröjningskapacitet på 110m³.



Växtlista

Till höger presenteras ett förslag på växter som kan passa i biodiket. Ståndorten varierar från att vara blötare i mitten till torrare i kanterna. Växterna har en viss salttolerans då dagvatten som hanteras i biodiket delvis avvattnas från gatan.

Växtförslaget är endast principiellt och ska inte ses som fullständigt.

Vetenskapligt namn	Svenskt namn
Acer saccharinum 'Laciniatum Wieri'	flikbladig silverlön
Cornus sericea 'Firedance'	videkornell
Viburnum opulus 'Roseum'	skogsolvon
Carex muskingumensis	palmstarr
Deschampsia caespitosa 'Goldschleier'	tuvtåtel
Filipendula rubra 'Venusta'	amerikanskt älggräs
Lythrum salicaria 'Dropmore Purple'	smalt fackelblomster
Veronica longifolia	strandveronika

PARKEN

INVENTERING

Längs med Beridaregatan ligger tre små fickparker efter varandra. De har alla formen av en triangel. Den södra fickparken är den största av de tre och är den som jag har valt att arbeta med. Parken ligger direkt norr om Rönneholmsparken.

Parken ligger framför ett flerfamiljshus på 5 våningar. I den norra delen av byggnaden ligger en matbutik och ett cafe på bottenvåningen. Parken är omgärdad av vägar på tre håll som alla har långsgående parkeringar och trafiken runt om parken är påtaglig. Runt parken ligger breda trottoarer. I den norra delen av parken har en smitväg skapats tvärs över gräset från matbutiken på hörnet och över till gatan vilket tyder på att det finns önskan om annan riktning på rörelser än de som finns idag.

Längs med huset ligger smala perennrabbater med enstaka prydnadsbuskar. Själva parken består endast av en stor gräsyta med fem befintliga björkar, några syrenbuskar och tre nyplanterade träd. En liten häck markerar gränsen mellan bostädernas förgårdsmark och matbutiken.

Parken saknar helt sittplatser och här finns ingen annan styrd aktivitet. Parken saknar tydliga gränser och rummet upplevs som oidentifierat. Då parken omgärdas av trafikerade gator upplevs den inte som en trevlig plats att vistas på.



Figur 63. Fint stenlagd gång med marktegel. Foto: Elin Linde.



Figur 64. Smitväg har skapats över gräsmattan. Foto: Elin Linde.

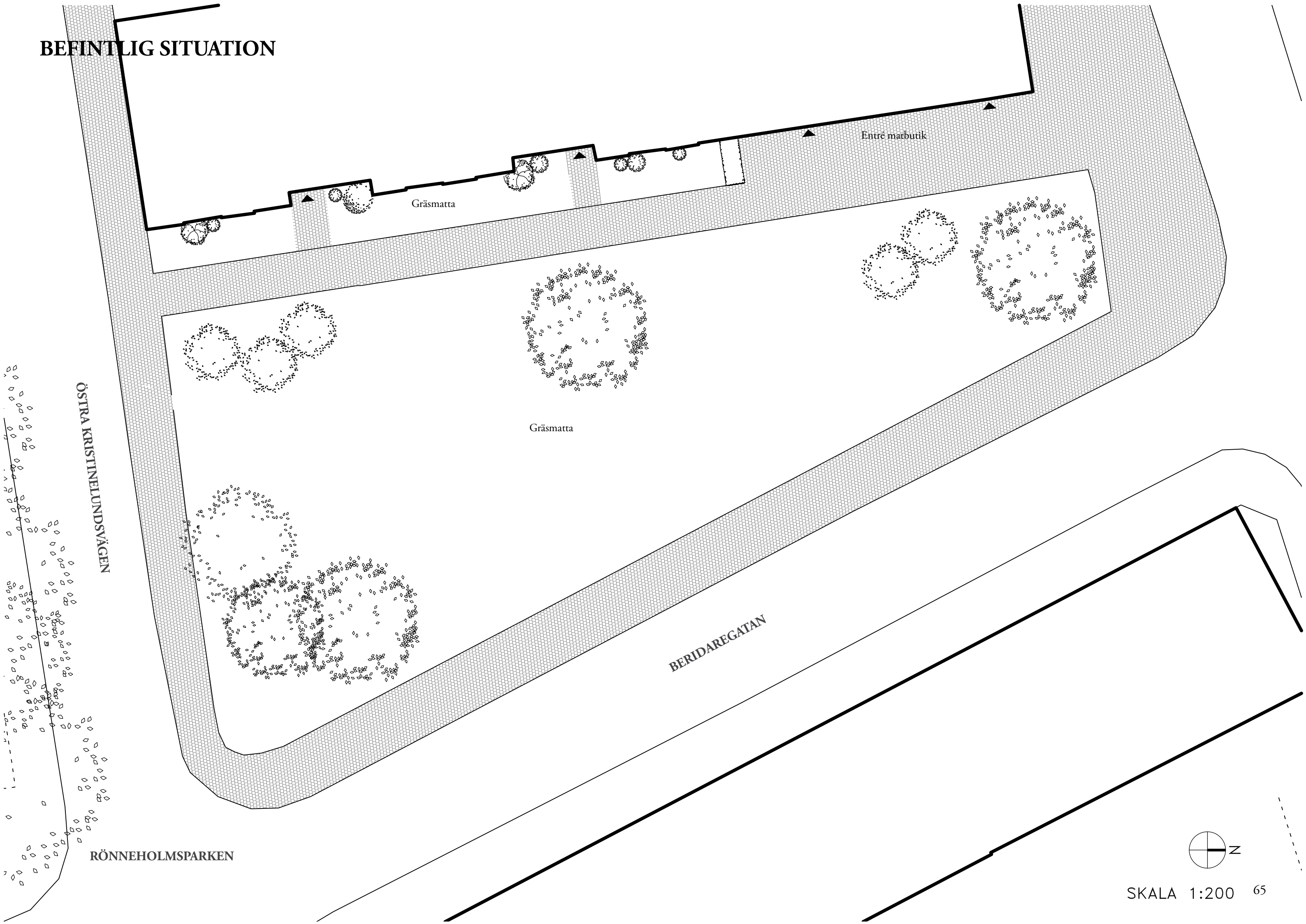


Figur 65. Stor gräsmatta utan aktivitet. Foto: Elin Linde.



Figur 66. Tre befintliga björkar i södra delen av parken. Foto: Elin Linde.

BEFINTLIG SITUATION



ÖSTRA KRISTINELUNDSVÄGEN

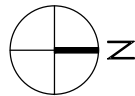
Entré matbutik

Gräsmatta

Gräsmatta

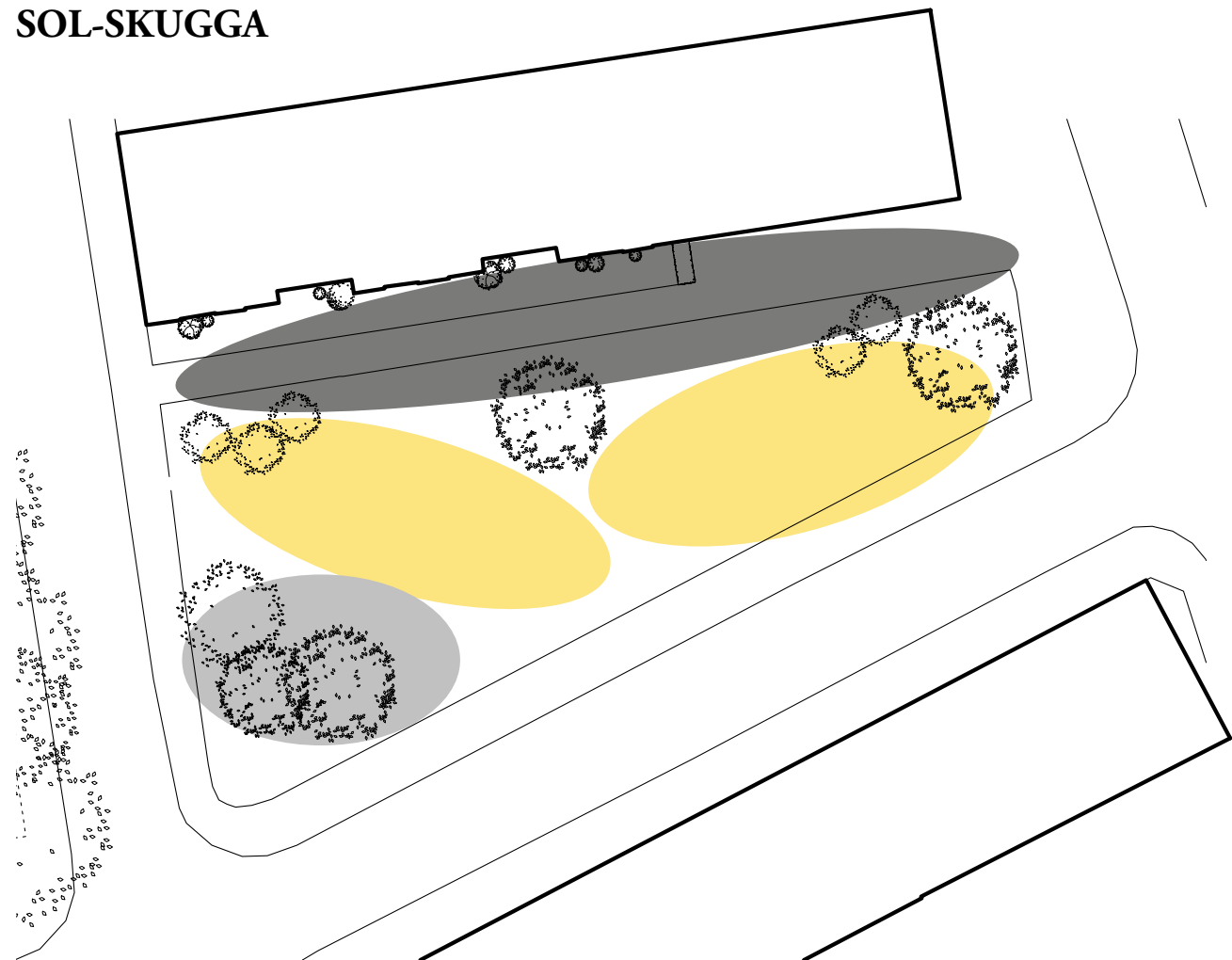
BERIDAREGATAN

RÖNNEHOLMSPARKEN



SKALA 1:200 65

SOL-SKUGGA

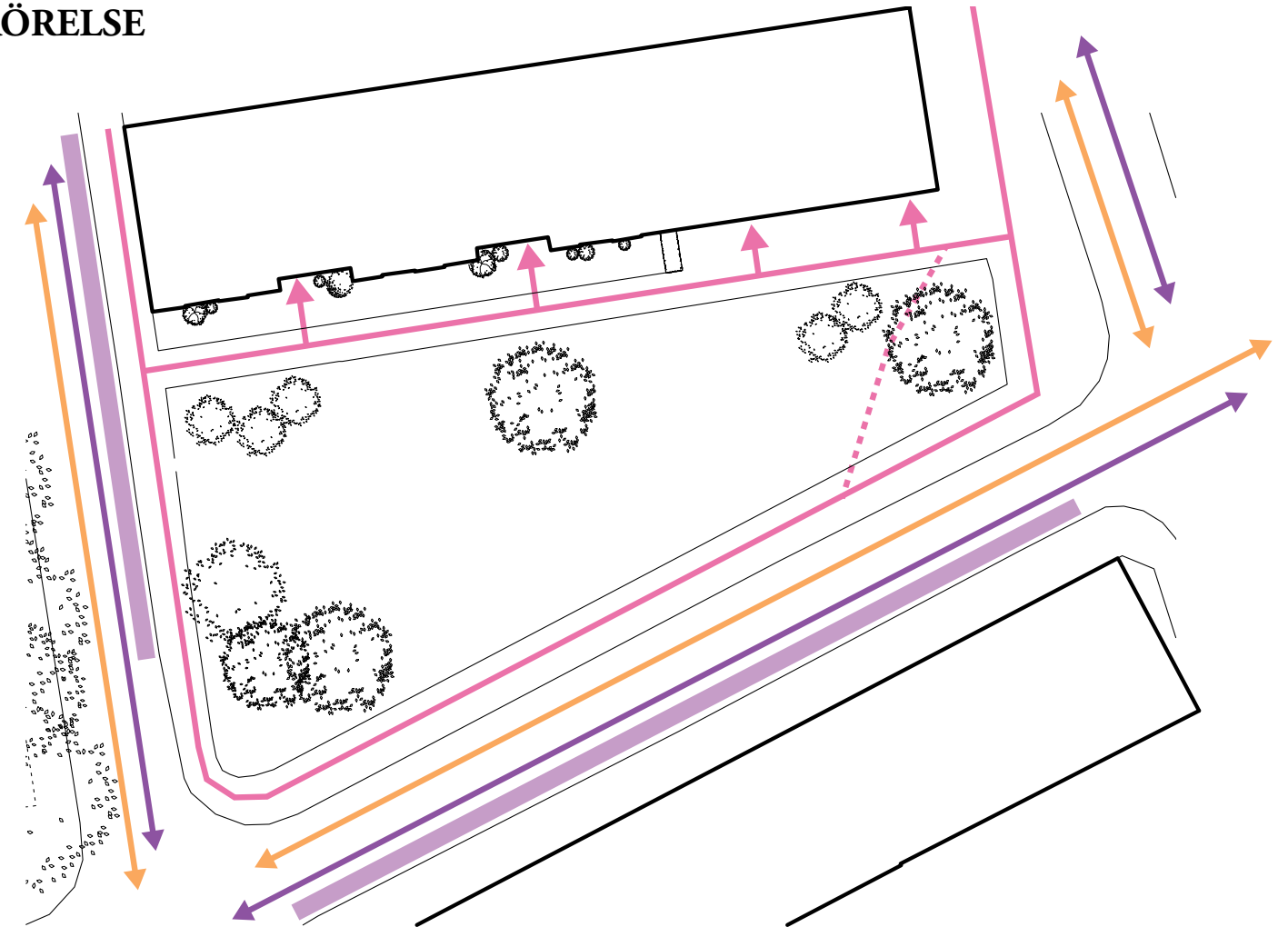


- Skugga
- Semi-skugga
- Sol

Det faktum att parken på tre håll är omgärdad av vägar och inte har hus tätt inpå gör att den har förhållandevis bra sollägen. Det angränsande flerfamiljshuset ligger dock i väster och tar bort möjligheten till kvällssol i parken.

Träden i parken skuggar en del, men då det är björkar vilka har en relativt gles krona, blir skuggan inte så kompakt.

RÖRELSE



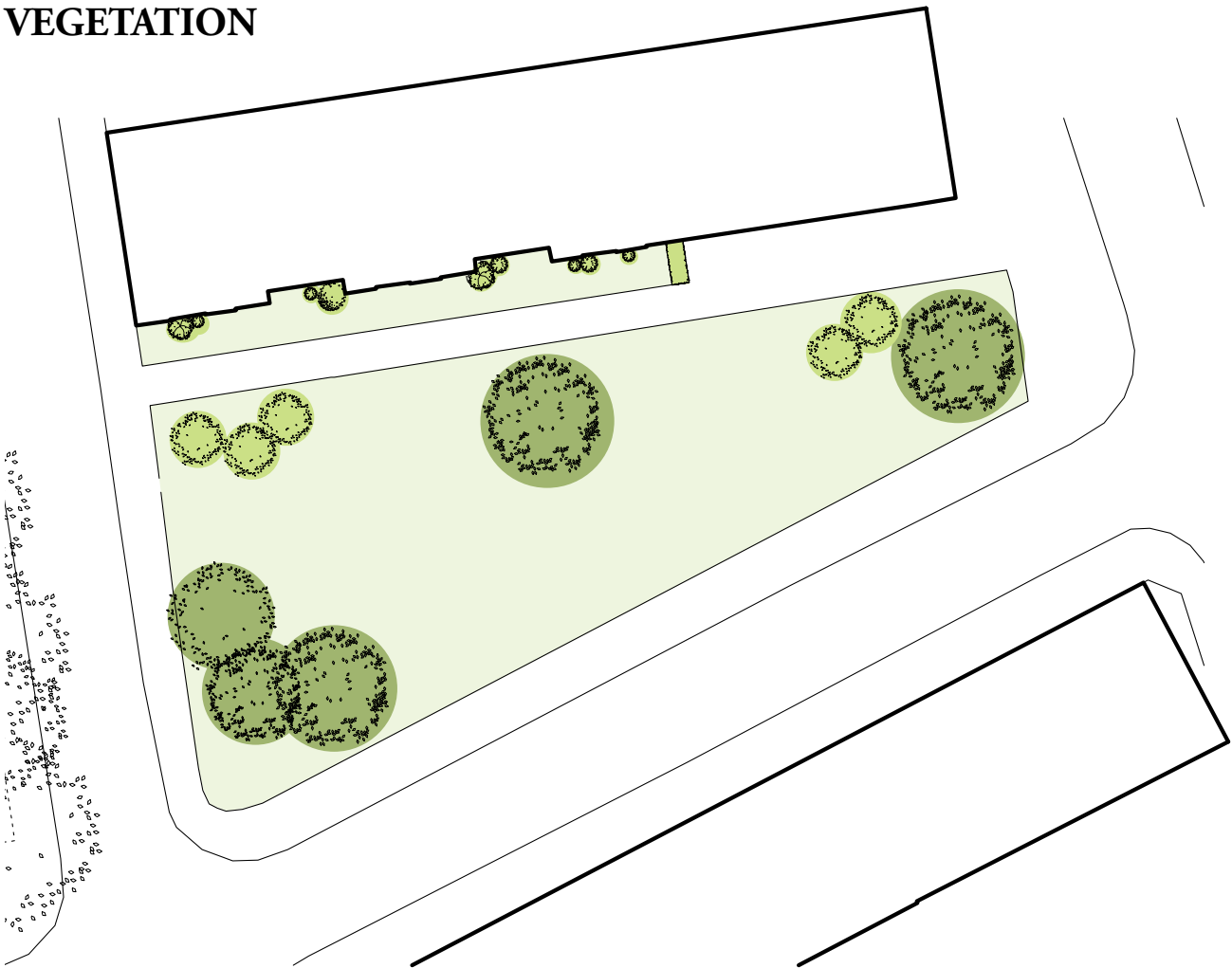
- Gång/entré
- Smitväg
- Cykel
- Bil
- Bilparkering

I dagsläget sker all rörelse i kanten av parken. En smitgång har skapats tvärs över gräsmattan i den norra delen av parken. Detta visar på ett behov och en önskan om en snabbare väg än att följa trottoaren runt.

Det finns ingen separat cykelbana utan folk cyklar i gatan. Biltrafiken har en relativt låg hastighet och det är mycket parkeringsytor längs gatorna.

Då trottoaren är bred skapar den en trygg distans mellan parken och gatan.

VEGETATION

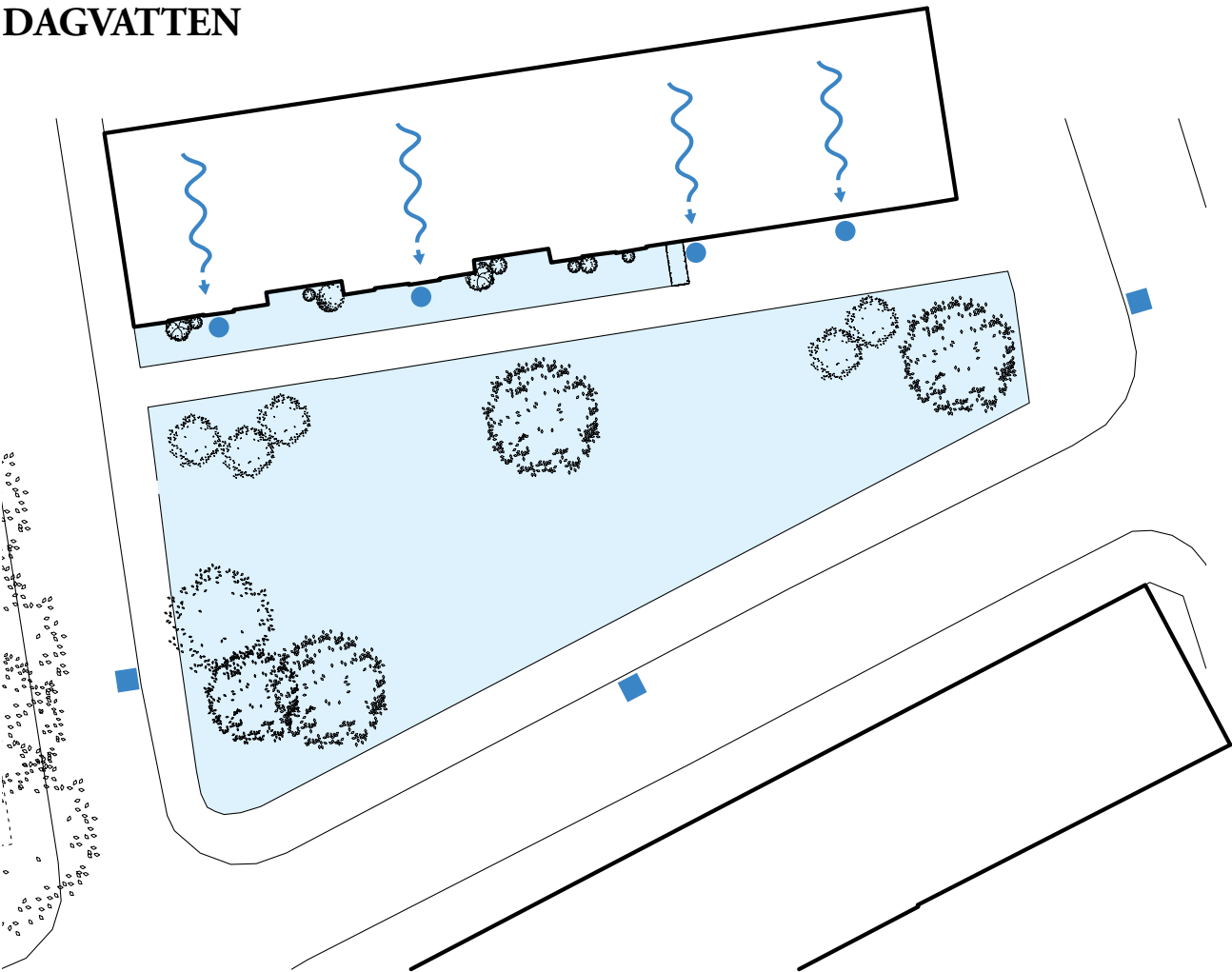


- Gräsmatta
- Buskar
- Träd

Parken har en enkel vegetation och består idag till största del utav en stor gräsmatta med fem äldre befintliga björkar och några få buskar. En liten häckrensa markerar gränsen mellan bostadens och butikernas förgårdsmark.

Här finns ett behov av en större mängd vegetation med stor variation för att öka rekreationen och den biologiska mångfalden i parken.

DAGVATTEN



- Stuprör
- Dagvattenbrunn
- Infiltration/interception

Dagvatten från gatorna avleds i dagvattenbrunnar i gatan. Takvattnet avleds ner i stuprör som går ner under jord till det underjordiska systemet.

Platsen håller inget synligt dagvatten och avrinningen sker snabbt. Här finns utrymme till att hålla en lokal fördröjning.

Summering av inventering & analys:

Inventeringen och analyserna har visat på att parken i dagsläget har flera brister vad gäller dagvattenhantering, rekreation och användbarhet. Dagvattnet avleds i stuprör från taken och genom dagvattenbrunnar i gatan. Avrinningen sker snabbt. Parken är omgiven av stora gator med trafik och parkeringar, bilar som för oljud och kan skapa otrygghet. Växtligheten är i dagsläget ensartad och platsen bjuder inte in till vistelse, här finns inga sittplatser eller andra aktiviteter. Men parken har goda förutsättningar och stor potential att förbättra dessa delar.

Den stora outnyttjade gräsmattan ger möjlighet till en dagvattendamm som skulle bidra med stora ekologiska och biologiska värden.

Då parken är en allmän plats har den en stor potential i att bidra med rekreation till fler av stadens invånare, jämfört med tex bostadsgården som bara blir de boende till nytta. Här finns flera möjligheter att utnyttja den stora gräsmattan till att föra in fler aktiviteter och göra platsen mer användarvänlig.

GESTALTNINGSNYCKLAR

PRINCIP FÖR DAGVATTENANLÄGGNING

Det stora utrymmet i parken gör det möjligt att här skapa ett öppet och synligt dagvattensystem. Genom att koppla ur stuprören och leda vatten från tak och omgivande gator till en dagvattendamm avlastas det underjordiska systemet och en större mängd dagvatten kan tas om hand genom fördröjning nära källan.

Ett tillskott av vegetation, framför allt genom att plantera fler träd, kan öka infiltrationen och interceptionen än mer än i dagsläget.

MARKFÖRHÅLLANDEN

Marken i parken består förmodligen likt resten av Malmö av moränlera och lämpar sig inte för infiltration. För att inte riskera sättningar i marken utförs dammen som en tät konstruktion och ett bräddavlopp sätts in för att kunna transportera bort vatten vid höga flöden när dammens fördröjningszon är full.

SKÖTSEL

Parken har i dagsläget inget stort skötselbehov, det är endast en klippt gräsmatta. Det är en fördel om parken fortsatt kan ha en låg skötselnivå, men då detta är en allmän plats som ska kunna nyttjas och vara attraktiv för alla invånare i staden så anser jag att en högre skötselnivå kan vara argumenterbar.

VÄXTLIGHET

Växterna i dammen bör inte vara allt för invasiva för att underlätta skötseln och minska risken för att dammen växer igen. Då dagvatten från gatan ska tas om hand väljs växter med en viss salttolerans.

Nya träd hjälper till att definiera rummet och avgränsa parken mot gatan.

ANVÄNDBARHET

En del av parken görs om från gräsmatta till en grusad yta för att öka tillgängligheten och möjliggöra för fler aktiviteter men utan att den får en styrd funktion. En grusad yta gör det fortsatt möjligt för vatten att infiltrera och påverkar därför inte dagvattenhanteringen negativt. Framför matbutiken och affären skapas en liten torgyta med olika sittmöjligheter. Trottoarerna runt parken behålls men en ny gång gör det möjligt att snedda genom parken.

Runt dammen placeras tre bryggor som trappar sig ner mot vattnet i breda steg. Dessa gör det möjligt att komma nära vattnet och blir både sitt- och lekmöjligheter.

REKREATION

Nya träd hjälper till att bryta ner skalan och hjälper till att skapa fler rum i rummet. Det skapas blickfång och genom tillskott av ny vegetation förs årstidsaspekterna in i parken.

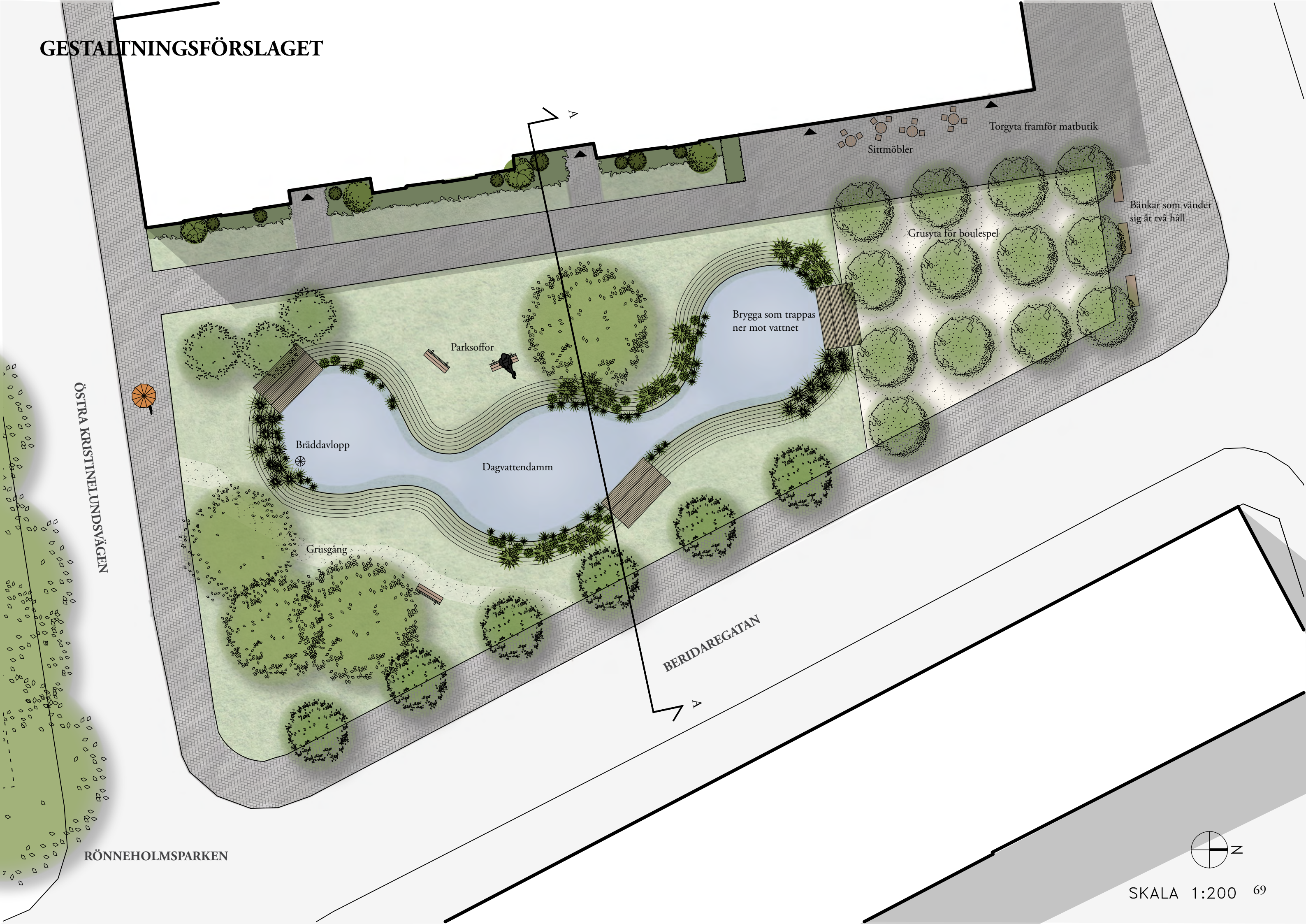
Nya sittplatser i olika lägen bjuder in till vistelse.

Då dammen utförs som en tät konstruktion kommer detta att ge en permanent vattenspegel under hela året, vilket starkt bidrar till en ökad rekreation. Detta ger även stora biologiska och ekologiska värden.

DIMENSIONERING

Målet är att dagvattendammen ska kunna klara mängden dagvatten som alstras från omkringliggande tak och ytor beräknat från ett dimensionerat 30-års-regn.

GESTALTNINGSFÖRSLAGET



ÖSTRA KRISTINELUNDSVÄGEN

RÖNNEHOLMSPARKEN

BERIDAREGATAN



SKALA 1:200 69

PARKEN

Förslaget

Efter omgestaltningen har parken blivit ett varierat rum med både gröna och blåa miljöer som ger rekreation och biologiska och ekologiska mervärden till platsen.

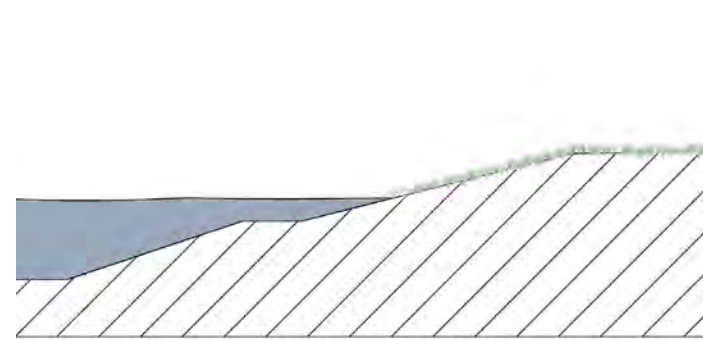
Den tidigare gräsytan har anlagts med en dagvattendamm i en organisk form som rör sig kring de befintliga träden. Dammen har en tät botten vilket gör att den har en permanent vattenspiegel. För att dammen inte ska växa igen eller få för mycket alg tillväxt krävs en viss skötselnivå, men den kommer samtidigt att bidra med värdefulla miljöer för insekter och djur, vilket i förlängningen även ger mervärde för människorna.

Slänten runt dammen varierar mellan tre olika utformningar. Den varierar mellan att vara gräsklädd till att vara planterad med växter och på tre ställen finns bryggor som trappar sig ner i breda steg mot vattnet. De långa trapporna gör det möjligt att komma närmare vattnet och fungerar som både sitt- och lekyta.

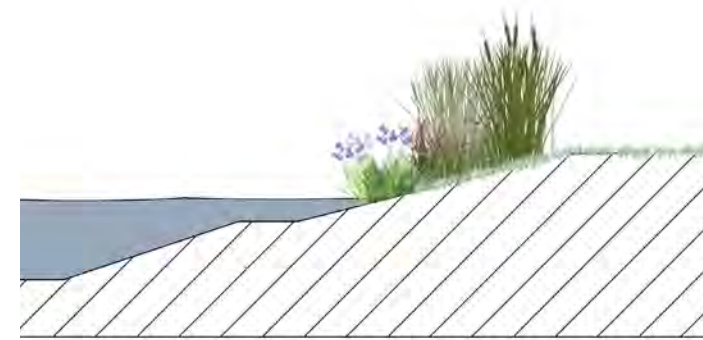
Att anlägga en damm som dagvattenåtgärd innebär att det inte bara blir en plantering utan den tar tillvara på ytan på ett bättre sett och vattenspegeln ger en stor rymd till platsen.

En annan möjlig lösning hade varit att ha hårdgjorda ytor som kan tillåtas att svämma över vid regntillfällen. Detta hade gjort platsen mer användbar och tillgänglig, men som ensam åtgärd hade detta inte gett några biologiska eller sociala mervärden till platsen, vilket dammen nu gör. Det tillgängliga utrymmet i parken hade dock möjliggjort för flera olika typer av åtgärder att samverka, likt torget på Tåsinge Plads.

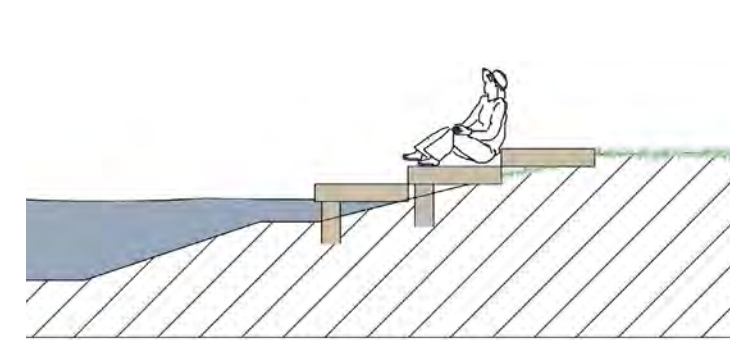
PRINCIPSEKTIONER ÖVER SLÄNT



Gräsklädd slänt



Växtbeklädd slänt



Slänt med brygga

Sektion A-A



Skala 1:200

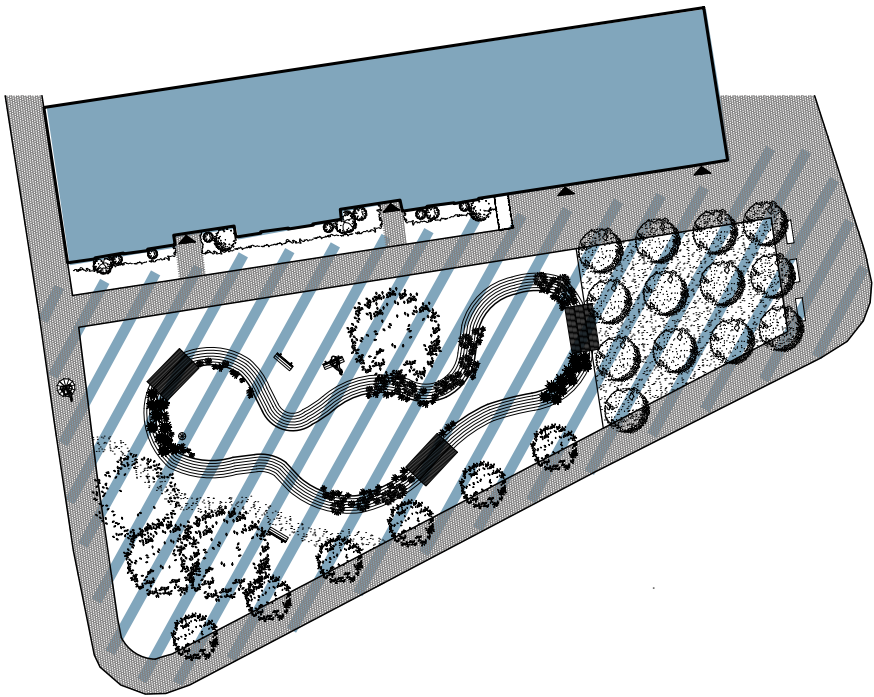
Avrinningsområde

Avvattningsområdet innefattar avrinningen från angränsande tak, trottoarer, gräsyta och ytan som utgör dammen, vilket tillsammans utgör en yta på 2760m².

Räknat på ett dimensionerat 30-årsregn (varaktighet 1h) ansamlas 100m³ från avvattningsområdet.

Dammen har en disponibel fördröjningskapacitet på 30m³.

Detta är mer än vad dammen har kapacitet att ta hand om, vilket betyder att bräddavlopp måste kopplas in för att ta om hand om resterande mängder efter att fördröjningsvolymen är full. Alternativt hade dammen fått göras djupare för att få en större fördröjningszon.



Figur 67. Foto: Wikimedia Commons
Typha angustifolia - Smalkaveldun



Figur 68. Foto: Wikimedia Commons
Butomus umbellatus - Blomvass



Figur 69. Foto: Avis Boutell
Typha angustifolia - Smalkaveldun



Figur 70. Foto: Wikimedia Commons
Filipendula purpurea - Japanskt älggräs



Figur 71. Foto: Wikimedia Commons
Iris virginiana



Figur 72. Foto: Wikimedia Commons
Iris sibirica - Strandiris

Växtlista

Till höger presenteras ett förslag på växter som kan passa i och kring dagvattendammen. Växterna är valda efter olika ståndorter beroende på placering i slänten runt dammen. Alla växter har en viss salttolerans.

Växtförslaget är endast principiellt och ska inte ses som fullständigt.

Vetenskapligt namn	Svenskt namn
Betula pubescens	glasbjörk
Iris sibirica 'Perrys Blue'	strandiris
Iris virginiana	iris
Juncus patens	gråtåg
Filipendula purpurea	japanskt älggräs
Butomus umbellatus	blomvass
Typha angustifolia	smalkaveldun



Diskussion & Reflektion

I det här avslutande kapitelet förs en diskussion kring ämnet hållbar dagvattenhantering. Frågeställningarna presenteras och diskuteras utifrån arbetet i sin helhet.

Sedan förs en kritisk reflektion kring gestaltungs-förslagen, min arbetsmetod och mitt tillvägagångssätt. Kapitlet avslutas med förslag på fortsatta arbeten.

Diskussion

Klimatet förändras och ger ökade nederbörds mängder. En fortsatt förtätning och hårdgörande av ytor i staden ställer höga krav på en effektiv och väl utvecklad dagvattenhantering i framtidens stadsbyggnad. Vi måste på ett kraftfullt och verkningsfullt sätt jobba med dagvattenfrågorna för att staden verkligen ska bli hållbar på lång sikt. För att detta ska vara möjligt krävs det samverkan och planering på flera olika skalor, alltifrån projektering till byggnation och drift.

En slutsats från arbetet med biofilter är skillnaden mellan ”vanlig” dagvattenhantering och att arbeta med skyfall. För att säkerställa och skydda hela områden och hela staden från de kommande förändringarna i klimatet och nederbörds mängderna så behövs det en samlad planering där man ser till hela dagvattenkedjan. Det är viktigt att se vattnet som en del av stadens infrastruktur. Man behöver identifiera större områden som tillfälligt kan översvämmas vid extrema tillfällen, såsom skyfall.

Det finns en problematik med att kommunen inte äger all mark som blir tydlig här. En stor del av städers areal ägs av privata fastighetsägare och det går inte att helt lämna över ansvaret till privata aktörer. Att genomföra ombyggnader och åtgärder för att lokalt ta hand om dagvattnet kan initialt innebära stora kostnader för den som ska genomföra det. Det krävs även kunskap kring ämnet som man inte kan förlita sig på att alla har.

Öppen dagvattenhantering, eller biofilter, är fortfarande ett relativt nytt ämnesområde i Sverige och det finns inte så mycket nationell kunskap som är tydligt samlad och sammanställd. Jag kan tycka att det råder en viss förvirring kring ämnet och det

är inte alltid självklart hur man ska använda sig av vissa begrepp eller hur ord ska översättas från engelska. Den svenska forskning jag har kommit i kontakt med har till stor del varit mer inriktad på biofiltrens reningsförmåga. Kanske reflekterar det problematiken i att det är ett multidisciplinärt ämnesområde som berör många yrken och det är svårt att skriva utan ett speciellt fokus, såsom rening till exempel. Projektet i Vinnova (Lindfors et al. 2014) fann jag intressant, för det spänner över flera yrkeskategorier och det är lätt att ta till sig även för den som inte är så insatt i ämnet. Men även här hade man kunnat önska en ännu mer helhetsomfattande beskrivning av ämnet. Till exempel så listar författarna till rapporten de tekniska funktionerna hos biofilter som de största fördelarna. De nämner även pedagogik och estetik. Men biologisk mångfald och de ekosystemtjänster som biofilter genererar är väl så viktiga funktioner, och har en sådan tydlig koppling till grön och blå infrastruktur, tas inte upp på samma sätt i texten.

Jag kan också känna att det till viss del har varit svårt att hitta källor som även på ett mer kritiskt sätt beskriver biofilterlösningar och tar upp svårigheterna med användandet. Här var mina referensstudier till stor hjälp då de gav mig ett bredare perspektiv och en verklighetsförankring till det jag läst om i litteraturen.

Diskussion utifrån frågeställningarna

Detta arbete har haft som syfte att undersöka hur man kan jobba med att förbättra dagvattenhanteringen i en redan befintlig bebyggelse i relation till nya klimatutmaningar, och samtidigt gestalta sådana ytor för en ökad användbarhet och estetik i utemiljön.

Genom min litteraturgenomgång och studie av referensprojekt har jag kunnat få svar på mina frågeställningar.

Vilka typer av åtgärder kan genomföras i befintlig bebyggelse för att förbättra dagvattenhanteringen?

.....

Det som blir styrande för gestaltningen när man arbetar i en befintlig bebyggelse är den rådande kontexten, hur mycket plats som finns att tillgå och vilka andra funktioner som behöver finnas på platsen, men framförallt den lokala topografin. Till skillnad mot en nyexploatering där man har större möjlighet till att från början modulera marken till bästa sätt. Mitt arbete har visat att det finns en mängd åtgärder och lösningar som kan göras i befintlig bebyggelse för att förbättra dagvattensituationen, och att det egentligen bara är fantasin som sätter gränserna.

Genom att fördröja och avleda vattnet kan man uppnå en förbättrad dagvattenhantering i befintlig bebyggelse. Faktiska åtgärder som detta kan betyda är att koppla ur stuprör och släppa vattnet ovan mark, stänga dagvattenbrunnar i gata eller att ta bort hårdgjorda ytor och ersätta med genomträngliga material. En stor fördel med biofilter är deras flexibilitet i utformning

vilket gör att de enkelt kan anpassas till olika platser och olika situationer.

Under arbetes gång valde jag att förhålla mig till Peter Stahres (2004) princip om indelning av åtgärder för hållbar dagvattenhantering, där han utgår ifrån olika principer baserat på ***var*** de görs i dagvattenkedjan. Detta blev en viktig avgränsning för mig i mitt arbete. Men i efterhand när jag tänkt och läst igenom arbetet känner jag att den indelning som Nigel Dunnet och Andy Clayden (2008) väljer att göra, med principer som beskriver ***vad*** de kan göra i dagvattenkedjedjan, är minst lika relevant. Egentligen går dessa indelningar att applicera på varandra. Tekniker som ***förhindrar avrinningen från ytor*** och ***bibehållande tekniker*** är båda en del av att uppnå ***fördröjning nära källan***.

Referensprojekten visade på tre exempel på dagvattenåtgärder som genomförts i befintlig bebyggelse; fördröjningsdamm, regnbäddar i gata och regnbäddar/översvämningsytor med en stor fördröjninskapacitet.

Hur kan dessa dagvattenlösningar gestaltas för att samtidigt bidra till en attraktiv utemiljö?

Denna frågeställning har på ett sätt varit svår att ge svar på. Frågeställningen är bred och hade behövt smaltas av alternativt omformulerats. Attraktivitet är något subjektivt, och varierar helt från person till person. I mitt arbete med gestaltningsförslagen har jag inte hämtat åsikter från någon annan, jag har heller inte tagit del av de omkringboendes åsikter och önskemål eller haft någon beställare. Det är jag själv som har gjort

alla val och beslut. En fortsättning av arbetet hade varit att ta in andra åsikter kring förslagen genom intervjuer eller med en frågeenkät. I referensprojekten Tåsinge Plads och bostadsgården i Augustenborg har boende i området fått vara med och påverka gestaltningen och utformningen av de kommande ombyggnationerna. Detta kan på ett sätt ses som en försäkring till att de boende sedan kommer att tycka om de nya platserna.

Litteraturen kunde till viss del hjälpa mig få svar på frågeställningen. Det finns forskning som visar på att en gestaltning som endast ser till funktionen av dagvattenhantering kan bli svag och att man ska komma ihåg att inte bara tänka på vattnet som det enda designelementet då det riskerar att platsen inte upplevs lika attraktiv. Likaså är vikten av mångfunktionalitet en nyckelaspekt i gestaltningen av nya platser i den allt mer täta staden.

Användandet av biofilter ger gröna tillskott i staden och det finns numera mycket forskning som visar på att gröna och blåa miljöer bidrar till rekreation och är något vi mår bra av. På så sätt skulle man kunna säga att platser som ger oss rekreation också är attraktiva, även om detta såklart är en förenkling. Det finns fler saker som påverkar om vi upplever vegetation och blåa miljöer som attraktivt eller ej, exempelvis skötseln. En dålig skötsel resulterar i ett ovärdat uttryck och riskerar att upplevas som otryggt. Alltså behöver en plats med vegetation även tas om hand om och skötas för att den ska upplevas som attraktiv.

Under mina observationer av referensprojekten blev skötseln ett kriterium för mig för att avgöra om en plats kändes attraktiv eller ej. Likväl materialvalen och hur de passade in i utemiljöerna och slitaget på dessa påverkade min bedömning av platsernas attraktivitet.

Vilka mervärden kan de bidra till, till exempel biologiska och ekologiska mervärden?

En öppen dagvattenhantering beskrivs ofta i litteraturen även som en hållbar dagvattenhantering. Genom att efterlikna naturens egna sätt att hantera regnvatten kan mer resilienta system uppnås.

Öppna dagvattenlösningar, och särskilt biofilter, bidrar även med flertalet ekosystemtjänster vilka är allt viktigare att få in i den hårdgjorda staden. Exempel på detta är förbättrat lokalklimat, de producerad sötvattensamlingar, skapar habitat för levande organismer och verkar temperaturreglerande.

Att jobba med biofilter som dagvattenåtgärd i staden kan ha en stor positiv påverkan på platsen och erbjuder både biologiska och ekologiska mervärden genom sitt tillskott av gröna och blå miljöer. Biofilters flexibilitet gör att de kan utformas med både träd, buskar, perenner och gräs vilket ger en varierad grönstruktur. och mindre homogena miljöer. Synligt vatten ökar den biologiska mångfalden och biofilter har även möjlighet att öka attraktiviteten hos en plats.

De sociala mervärdena av en hållbar öppen dagvattenhantering är mätbara och av stor betydelse. Biofilter möjlighet att bidra till rekreation i staden är ett starkt argument till ökade grönområden. Grönskans värde för människor i staden är numera ett välkänt faktum och det finns mycket litteratur kring ämnet. Detta hade kunnat bli en mycket större del av mitt arbete.

Reflektion kring gestaltningsförslagen

Området Rönneholm valdes efter information om översvämningsrisk i Malmö Stads Skyfallsplan men valen av de enskilda platserna skedde helt på egen hand. Jag valde platserna utifrån deras skilda kontext och vad jag såg som outnyttjade ytor. Sett till ett större perspektiv så är det kanske inte på just de här platserna som åtgärder för förbättrad dagvattenhantering hade behövts i första hand. Samtidigt som alla åtgärder som bidrar till att ta hand om vattnet på ett hållbart sett och hindrar det från att gå ner i det underjordiska dagvattensystemet är till hjälp genom att det avlastar systemet. Den kumulativa effekten av många små åtgärder är viktig och gör skillnad. Inom ramen för detta arbete uppfyllde platserna de krav som jag hade ställt.

Mitt val att omgestalta tre olika platser har haft både för- och nackdelar. Fördelen var att jag enkelt kunde koppla mina platser till referensprojekten och ta till mig av mina observationer därifrån. Genom att göra tre förslag på tre olika platser fick jag även en bredd på mitt arbete och jag fick möjlighet att undersöka hur biofilterlösningar kan anpassas till olika typer av ytor, med olika funktionskrav och förutsättningar. Däremot känner jag att det blev svårare att jämföra resultaten mellan de olika gestaltningarna med varandra. Ett alternativ hade varit att endast välja en plats och där testa olika tekniker eller visa på olika möjligheter till omgestaltning. Detta tror jag hade gett mig möjlighet att gå ner mer i detalj, såsom exempelvis materialval och konstruktion. På så sätt hade det även kunnat spetsa mitt arbete. I nuläget har mina förslag hamnat på ett ganska så tidigt stadium och visar snarare på principlösningar än helt färdiga förslag. Mina gestaltningsförslag visar på tre tänkbara lösningar och

svarar på så sätt till arbetets frågeställningar. Men med det sagt så är de inte de enda möjliga lösningarna utan platserna hade kunnat utformas och gestaltas på helt annorlunda sätt.

Under framtagandet av mina gestaltningsförslag har inte haft någon kontakt med varken kommun eller boende i området. Detta hade varit nästa steg i ett fortsatt arbete med förslagen. Det är alltid värdefullt med åsikter från dem som faktiskt ska nyttja platserna. Speciellt på bostadsgården där det är väldigt värdefullt att ha in åsikter från de boende. Mina förslag hade förmodlingen sett annorlunda ut om jag hade haft mer information eller önskemål att utgå ifrån. Här blev mina gestaltningsnycklar en viktig del för att hålla ihop förslagen och få en koppling mellan litteraturen och referensprojekten. Precis som jag inte haft någon beställare som har gett mig önskemål eller förslag på gestaltningsförslagen så har jag heller inte kunnat få någon respons på de färdiga förslagen. För att ytterligare förankra mina gestaltningsförslag och öka deras trovärdighet och relevans hade åsikterna från de omkringboende människorna varit en viktig del.

I gestaltningsförslagen har jag inte sett till markägarförhållandena, utan jag har testat att göra åtgärder på både privat och allmän mark. I framtiden tror jag det kan komma att bli så att kommunerna har möjlighet att ställa krav på privata markägare att ta hand om sitt egna dagvatten. Precis som det är vid många nybyggnationer, där det redan i detaljplanerna står skrivet att varje byggherre ska ta hand om sitt eget vatten och inte får leda ut det i gatan till det kommunala dagvattensystemet.

Komplexiteten och omfattningen på ämnet

dagvattenhantering är något som jag ständigt brottats med under arbetets gång. Då jag själv fick börja med en stor inlärningsperiod om ämnet gjorde detta att jag från början tog på mig för mycket och fick sedan kämpa för avgränsa mig och att knyta ihop säcken med arbetet. Jag känner att jag har glidigt mellan min roll som landskapsarkitekt och vad en VA-ingengör vanligtvis gör. Eftersom det inte ligger inom min kompetens utfördes inga detaljerade beräkningar på vilka nederbördsmängder de olika förslagen kan hantera, vilket hade varit intressant att titta på. För att verkligen få fram ett realistiskt och fullt fungerande förslag hade det varit roligt att skriva arbetet ihop med en VA-ingenjör som hade kunnat komplettera mina kunskaper.

Trots att arbetet har landat på en mer generell nivå än vad jag hade ambition om från början, så känner jag att min egen kunskapsutveckling har varit stor och jag har lärt mig mycket under arbetets gång. Både om dagvattenhantering och biofilter som ämne, men jag har också fått en större förståelse för min egen arbetsprocess med att ta fram gestaltningsförslag.

Avslutande reflektion

En stor styrka med att arbeta med biofilter och öppna dagvattenanläggningar är deras förmåga att anpassa sig till rådande kontext. Vare sig det är ett stort torg eller en smal gata så går det att anlägga biofilter. Allt som krävs är fantasi och kreativa lösningar. De flesta städer har som ambition att utveckla sin grönstruktur, men lyckas sällan nå upp till detta. Biofilter är då ett perfekt svar genom sin flexibilitet och multifunktionalitet.

Man kan undra varför det trots alla argument och goda vinningar inte finns eller anläggs mer av dessa lösningar med öppen dagvattenhantering. Är det lättare att göra så som man alltid har gjort och anlägga rör i marken? Något som framkommit ett flertal gånger i min litteraturgenomgång är den gränsöverskridande problematiken. I öppen dagvattenhantering måste flera olika dicipliner och förvaltningar arbeta tillsammans, i alla steg från projektering till anläggning och förvaltning. Det behövs nya kreativa metoder för att arbeta med och genomföra och driva (sköta driften) på biofilter eller öppna dagvattenlösningar. Det är ett stort problem att kommunen och vattenhuvudmannen inte kan ställa krav på enskilda fastighetsägare, då den största andelen mark i staden är privatägd.

Detta visar på att det finns mycket kvar för hela vår bransch att lära kring detta ämne. Kunskapen jag har samlat på mig kommer att vara väldigt värdefull i mitt framtida yrkesliv. Hantering av dagvatten kommer att röra i princip alla projekt man jobbar i, och det är viktigt att ha kunskap och förståelse för ämnet, och kunna motivera till val av dagvattenlösningar.

Jag tror även att det behövs en ökad förståelse och kunskap hos folk om hur vattnet fungerar i staden,

dagens problematik och hur de framtida förändringarna riskerar att påverka oss och vilka utmaningar det ger. Vatten tas av de flesta som en självklarhet och det är lätt att glömma hur fantastisk denna resurs egentligen är och hur beroende vi är av den.

Fortsatt arbete

Jag hade svårt att hitta litteratur och forskning kring hur biofilter ter sig i svenskt klimat, framförallt vad gäller växtligheten och vilka faktiska arter som är säkra att använda. Denna del verkar fortfarande vara relativt outforskad. För att praktiskt kunna genomföra projekt med biofilterlösningar i Sverige är denna kunskapen av största vikt att få fram.

Det hade varit intressant att se till problematiken i en större skala och undersöka hur flera sammanlänkande åtgärder längs hela dagvattenkedjan skulle kunna förbättra dagvattenhanteringen i ett större sammanhang.

Källförteckning

Backhaus, A. & Fryd, O. (2013). The aesthetic performance of urban landscape based stormwater management systems: a review of twenty projects in Northern Europe. *Journal of Landscape Architecture*, theme issue autumn 2013. München: Europe Council of Landscape Architecture Schools.

Barbosa, A.E., Fernandes, J.N. & David, L.M. (2012). Key issues for sustainable urban stormwater management. *Water Research* 46 (20), ss.6787-6789.

Bodin, A., Hidemark, J., Stintzing, M. & Nyström, S. (2017). *Arkitektens handbok*. Lund: Studentlitteratur AB.

Boverket (2010). *Mångfunktionella ytor – Klimatanpassning av befintlig bebyggd miljö i städer och tätorter genom grönstruktur*. Upplaga 1. Boverket. Tillgänglig: http://www.boverket.se/globalassets/publikationer/dokument/2010/mangfunktionella_ytor.pdf [2018-03-20]

Butch, E. & Deak, J. (2011). Planning for climate change – the role of indigenous blue infrastructure, with a case study in Sweden. *Town Planning Review*, vol. 82, sid. 669-685.

Christoffersson, T. (2015). *Nybäddat för regn och grönska*. Vårt Malmö. Oktober 2015. Tillgänglig: https://malmo.se/download/18.5f3af0e314e7254d70e97dd4/1491299924494/154501_VM9_final.pdf [2018-10-28]

CIRIA (2015). *The SuDS Manual*. London: CIRIA. Tillgänglig: http://www.ciria.org/Memberships/The_SuDs_Manual_C753_Chapters.aspx [2018-03-20]

Dunnett, N. (2017). *Planting for people - Front Garden Rain Garden*. Tillgänglig: <http://www.planting-for-people.com/front-garden-rain-garden/> [2018-03-20]

Dunnett, N. & Clayden, A. (2007). *Rain Gardens – Managing water sustainably in the garden and designed landscape*. London: Timber Press.

Fridell, K. & Jergmo, F. (2015). *Regnbäddar – Biofilter för behandling av dagvatten*. Movium Fakta. Vol. 2, ss. 1-12.

Grahn, P. & Stigsdotter, U., (2003). Landscape planning and stress. *Urban Forestry & Urban Greening* 2, 1-18.

IPCC (2014). *Climate change 2014 - Impacts, adaption and vulnerability*. Summary for policymakers. Cambridge, United Kingdom & New York, USA: Cambridge University Press. Tillgänglig: https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg2/ar5_wgII_spm_en.pdf [2018-03-20]

Jansson, M., Persson, A., Östman, L. (2013). *Hela staden - Argument för en grönbå stadsbyggnad*. Stad & Land, Nr 183.

Klimakvarter (2018 a). *Tåsinge Plads*. Tillgänglig: <http://klimakvarter.dk/projekt/tasinge-plads/> [2018-10-28]

Klimakvarter (2018 b) *Tåsinge Plads – Tekniska detaljer*. Tillgänglig: <http://klimakvarter.dk/en/projekt/tasinge-plads/#tekniske-detaller> [2018-10-28]

Klimatanpassningsportalen (2017 a). *Hur förändras klimatet – Nederbörd*. Tillgänglig: <http://www.klimatanpassning.se/hur-forändras-klimatet/nederbord-information-1.22490> [2018-03-20]

Klimatanpassningsportalen (2017 b). *Kraftig nederbörd*. Tillgänglig: <http://www.klimatanpassning.se/hur-forändras-klimatet/nederbord/kraftig-nederbord-1.21297> [2018-03-20]

Klimatanpassningsportalen (2017 c). *Dagvatten och spillvatten*. Tillgänglig: <http://www.klimatanpassning.se/hur-paverkas-samhället/vatten-och-avlopp/dagvatten-och-spillvatten-1.107468> [2018-03-20]

Lindfors, T., Bodin-Sköld, H. & Larm, T. (2014). *Grågröna systemlösningar för hållbara städer – Inventering av dagvattenlösningar för urbana miljöer*. Översikt och fördjupningsdel. Vinnova.

Lindsay, R. (2016) *René Sommer Lindsay at CSGN Forum 2016*. Tillgänglig: <https://vimeo.com/173874226> [2018-10-28]

Lindström, V. (2013). *Vårt Vatten – Grundläggande lärobok i vatten- och avloppsteknik*. 2:a utgåvan. DanagårdLitho AB.

Malmö Stad (2008). *Dagvattenstrategi för Malmö*. Malmö: Malmö Stad. Tillgänglig: http://www.vasyd.se/-/media/Documents/Broschyrer/Vatten-och-avlopp/Dagvatten/Dagvattenstrategi_2008.ashx [2018-03-20]

Malmö Stad (2016). *Skyfallsplan för Malmö*. Version till Tekniska Nämnden. Malmö: Malmö Stad. Tillgänglig: <https://www.vasyd.se/-/media/Skyfallsplan-version-till-tekniska-n%C3%A4mnden-2016-12-20.ashx?la=sv-SE&hash=279B9BF971BA2CAC4627890389148C4FDDB44C1A> [2018-03-20]

Malmö Stad (2017). *Malmös vatten, Kunskaps- och planeringsunderlag*. Preliminär version 22 aug. Malmö: Malmö Stad. Tillgänglig: https://malmo.se/download/18.95a01bd-15de660cf0d8f50/1503574337001/Malm%C3%B6s+vatten_prelimin%C3%A4r_22augusti2017.pdf [2018-03-20]

Malmö Stad (2018) *Översiktsplan för Malmö*. Tillgänglig: http://kartor.malmo.se/rest/ol/2.1/?center=117115.24456285,6163968.371986&zoom=3&ol=pr_narur_grona_strak_o_koppl,hoga_byggnads-objekt&bl=malmo_karta_sv&config=../configs-2.1/config_op.js [2018-03-20]

Naturvårdsverket (2018). *Ekosystemtjänster – när grönt är mer än pynt*. Tillgänglig: <http://www.naturvardsverket.se/ekosystemtjanster> [2018-03-20]

SCB (2015). *Urbanisering – från land till stad*. Tillgänglig: <http://www.scb.se/hitta-statistik/artiklar/Urbanisering--fran-land-till-stad/> [2018-03-20]

Sjöman, H. & Slagstedt, J. (2016). *Träd i urbana landskap*. Lund: Studentlitteratur AB.

Sleegers, F. & Brabec, E. (2014). Linear infiltration systems along urban streets: evaluating aesthetic values. *Journal of Landscape architecture*, 1. München: Europe Council of Landscape Architecture Schools.

SMHI (2015). *Kunskapsbanken – Vad betyder 2C global temperaturökning för Sveriges klimat?*. Tillgänglig: <http://www.smhi.se/kunskapsbanken/vad-betyder-2-c-global-temperaturokning-for-sveriges-klimat-1.92072> [2018-03-20]

SMHI (2017). *Kunskapsbanken – Markavvattning, så leds vatten bort*. Tillgänglig: <https://www.smhi.se/kunskapsbanken/markavvattning-sa-leds-vatten-bort-1.89795> [2018-03-20]

SMHI (2018 a). *Kunskapsbanken – Vattnets kretslopp förenar hydrologi, meteorologi och oceanografi*. Tillgänglig: <https://www.smhi.se/kunskapsbanken/hydrologi/vattnets-kretslopp-forenar-hydrologi-meteorologi-och-oceanografi-1.20615> [2018-03-20]

SMHI (2018 b). *Klimatdata - nederbörd*. Tillgänglig: <https://www.smhi.se/klimatdata/meteorologi/nederbord> [2018-03-20]

Stahre, P. (2004). *En långsiktigt hållbar dagvattenhantering – planering och exempel*. Klippan: Svenskt vatten AB.

Stahre, P. (2008). *Blue-green fingerprints in the city of Malmö, Sweden: Malmö's way towards a sustainable urban drainage*. Malmö: VaSyd.

Stigsdotter, U. K., Corazon, S.S., Sidenius, U., Kristiansen, J. & Grahn, P., (2017). It is not all bad for the grey city - A crossover study on physiological and psychological restoration in a forest and an urban environment. *Health & Place* 46, 145-154.

Svenskt Vatten (2011). *Hållbar dag- och dränvattenhantering - Råd vid planering och utformning*. (Publikation P105). Solna: Svenskt Vatten AB.

Svenskt Vatten (2016 a). *Avledning av dag-, drän-, och spillvatten - Funktionskrav, hydraulisk dimensionering och utformning av allmänna avloppssystem: Del 1 - Policy och funktionskrav för samhällets avvattning*. (Publikation P110). Stockholm: Svenskt Vatten AB.

Svenskt Vatten (2016 b). *Fakta om vatten - Vattentermer*. Tillgänglig: <http://www.svensktvatten.se/fakta-om-vatten/vattentermer/> [2018-03-20]

Troedsson, T. & Nykvist, N. (1980). *Marklära och Markvård*. Uppsala: Almqvisy & Wiksell.

VASYD (2016). *Bräddning i Malmö*. Tillgänglig: <https://www.vasyd.se/Artiklar/Avlopp/Braddning-i-Malmo> [2018-03-20]

VaSYD (u.å). *Ekostaden Augustenborg – en dagvattenvandring*. Tillgänglig: http://www.vasyd.se/-/media/Documents/Broschyrer/Vatten-och-avlopp/Dagvatten/Augustenborg_2008_sv_webb.ashx?la=sv-SE&hash=65075F2F1DF69C87366B39B-CA12BC7DE8A79E38A [2018-10-28]

White M., Smith, A., Humphries, K., Pahl, S., Snelting, D. & Depledge, M. (2010). Blue space: The importance of water for preference, affect, and restorativeness ratings of natural and built scenes. *Journal of Environmental Psychology* 30(4), 482-493.

Muntliga källor

Hall, Kristina. VASYD. Mailkontkat och muntligt samtal, 2017-06-27

Lauesen, Torkil. Projektledare för Områdesfornylsen Skt. Kjelds Kvarter, Teknik- och Miljöförvaltningen, Köpenhamns kommun. Mailkontakt, 2017-08-23

Nilsson, Karin. Gatukontoret i Malmö. Telefon och mailkontakt, 2017-06-21

Sebty, Lemiss. Utredningsingenjör på VASYD. Mailkontakt, 2017-08-21

Figurförteckning

Om inget annat anges är bilden/figuren tagen eller skapad av författaren själv.

.....

Figur 3. Svenskt Vatten (2011). *Hållbar dag- och dränvattenhantering - Råd vid planering och utformning*. (Publikation P105). Solna: Svenskt Vatten AB.

Figur 4. Aaron Valkening. *Greendale_GrangeAve_2010_07_13*. (CC BY-NC 2.0) flickr. Tillgänglig via: <https://www.flickr.com/photos/87297882@N03/7994695119/in/photostream/>

Figur 31. Malmö Stad. Dagvattenstrategi för Malmö, (2008).

Figur 32. Malmö Stad. Skyfallsplan för Malmö, (2016).

Figur 33. Malmö Stad. Skyfallsplan för Malmö, (2016).

Figur 42. David J. Stang. Echinacea purpurea Magnus 7zz.jpg. (CC BY-SA 4.0) Wikimedia commons.

Figur 43. Valérie75. Dryopteris filix-mas 001.jpg. (CC BY-SA 2.0) Wikimedia commons.

Figur 44. Hedvig Storch. Eupatorium Wasserdost, Grower Mr Vogel.jpg. (CC BY-SA 3.0) Wikimedia commons.

Figur 45. Acabashi. EBergenia ‘Bressingham White’ at RHS Garden Hyde Hall, Essex, England.jpg. (CC BY-SA 4.0) Wikimedia commons.

Figur 46. Thomas D. Fischer. Carex grayi.JPG. (CC BY-SA 4.0) Wikimedia commons.

Figur 47. MurielBendel. Succisa pratensis flowers.jpg. (CC BY-SA 4.0) Wikimedia commons.

Figur 48, 56. David J. Stang. Carex muskingumensis Oehme 0zz.jpg. (CC BY-SA 4.0) Wikimedia commons.

Figur 49. Unknown. Phlox divaricata 3.jpg. (CC BY-SA 3.0) Wikimedia commons.

Figur 50. Kristian Peters. Osmunda regalis blatt.jpeg. (CC BY-SA 3.0) Wikimedia commons.

Figur57,70.cm195902.Filipendularubra1cm195902.jpg. (CC BY-SA 2.0) Wikimedia commons.

Figur 58. Rasbak. Ruwe smele plant Deschampsia cespitosa.jpg. (CC BY-SA 3.0) Wikimedia commons.

Figur 59. AnRo0002. 20120726Reilingen34.jpg. (CC0) Wikimedia commons.

Figur 60. Matt Lavin. Cornus sericea (5257603697).jpg. (CC BY-SA 2.0). Wikimedia commons.

Figur 61. OldMuzzle. Viburnum opulus OM25.JPG. (CC BY-SA 3.0). Wikimedia commons.

Figur 62. Jean-Pol GRANDMONT. Acer Saccharinum ‘Laciniatum’ JPG2.jpg. (CC BY 3.0). Wikimedia commons.

Figur 67. Don Pedro28. Typha angustifolia2.JPG. (CC BY 3.0). Wikimedia commons.

Figur 68. Christian Fischer. ButomusUmbellatus.jpg. (CC BY 3.0). Wikimedia commons.

Figur 69. Avis Boutell. Juncaceae - Juncus patens. (CC BY-SA 2.0) flickr.

Figur 71. Marie-Lan Nguyen. Iris virginica L JdP 2013-05-28 n01.jpg. (CC BY 2.5). Wikimedia commons.

Figur 72. Unknown. Iris sibirica 060603.jpg. (CC BY 3.0). Wikimedia commons.

